

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-329962

(43)Date of publication of application : 30.11.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/28

(21)Application number : 11-283565

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 04.10.1999

(72)Inventor : HAMADA TSUTOMU  
TAKANASHI TADASHI  
OKADA JUNJI  
KYOZUKA SHINYA  
YAMADA HIDENORI

(30)Priority

Priority number : 11070198

Priority date : 16.03.1999

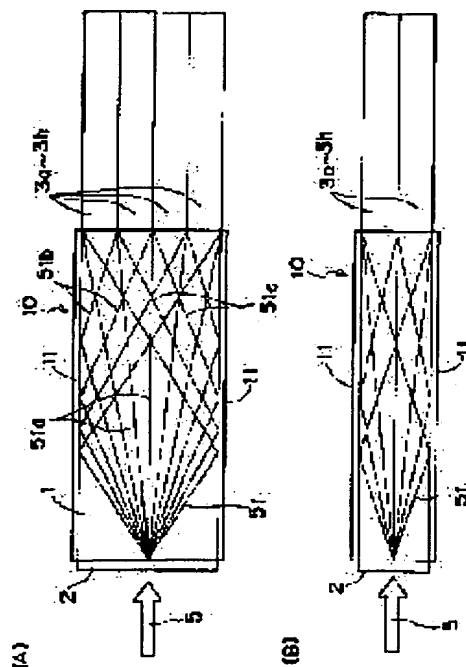
Priority country : JP

## (54) OPTICAL BRANCHING DEVICE AND OPTICAL BUS CIRCUIT USING THE SAME

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical branching device or the like capable of almost uniformizing branching ratios to each optical fiber without making a length of a light-transmissive medium longer, and moreover, simplifying the configuration.

**SOLUTION:** An end face of the incident side of a light-transmissive medium 1 is provided with a light diffusing layer 2 for controlling a spread angle of a diffusion characteristic according to an end face of the output side. Diffusion signal light 51 diffused by the light diffusing layer 2 is made incident to optical fiber 3b with direct incident light 51a and totally reflected incident lights 51b, 51c superimposed. The same with other optical fibers 3a, 3c-3h. Therefore, it is possible to almost uniformize branching ratios to each optical fiber 3a-3h without making a length of the light-transmissive medium longer, and moreover, simplify the configuration.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The optical diverging device characterized by what it is the optical diverging device which branches the signal light by which incidence was carried out to the translucency medium on two or more optical transmission lines, the optical diffusion section was prepared in the end face by the side of the incidence of said translucency medium, and the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion section concerned was controlled for according to the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium concerned.

[Claim 2] The optical diverging device according to claim 1 characterized by what the angle of divergence in the diffusion property of said optical diffusion section was set for below to the predetermined include angle without the loss decided corresponding to the numerical aperture of said optical transmission line.

[Claim 3] The optical diverging device according to claim 1 characterized by what was made for the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of said translucency medium to carry out abbreviation coincidence of the configuration of the end face by the side of the incidence of said optical transmission line.

[Claim 4] The optical diverging device according to claim 1 to 3 characterized by what the angle of divergence in the diffusion property of said optical diffusion section was set as the predetermined include angle of 3 times or more of the greatest prospective angle of the end face by the side of the outgoing radiation seen from the end face by the side of the incidence of said translucency medium for.

[Claim 5] The optical diverging device according to claim 1 to 4 with which at least one side of two or more outgoing radiation optical transmission lines to which outgoing radiation of the signal light from two or more incident light transmission lines which carry out incidence of the signal light to said translucency medium, and said translucency medium is carried out is characterized by what consists of optical fibers.

[Claim 6] Two or more circuit boards which have the optical receiving circuit which changes into an electrical signal the optical sending circuit and lightwave signal which change an electrical signal into a lightwave signal, Two or more electrical connectors installed on the support substrate for every circuit board, and the 1st optical fiber which transmits the signal light by which outgoing radiation was carried out from the light emitting device with which the optical sending circuit of each circuit board is equipped, The optical diverging device indicated by either claim 1 which branches the signal light transmitted from this 1st optical fiber thru/or claim 5, The optical bus circuit characterized by what is constituted including the 2nd optical fiber which transmits the signal light which branched with this optical diverging device to the photo detector with which the optical receiving circuit of two or more circuit boards of arbitration is equipped.

[Claim 7] The optical bus circuit according to claim 6 characterized by what said electrical connector is installed in front flesh-side both sides of the support substrate in said optical bus circuit, and connection of said circuit board is enabled for.

[Claim 8] The optical bus circuit according to claim 6 or 7 characterized by what at least one of said 1st optical fiber in said optical bus circuit, said optical diverging device, and said the 2nd optical fiber is laid under the optical bus circuit substrate with which said three persons are arranged for.

[Claim 9] Said 1st optical fiber in said optical bus circuit and said 2nd optical fiber are an optical bus circuit according to claim 6 to 8 characterized by what is been an optical fiber core wire.

[Claim 10] The 1st optical fiber and 2nd optical fiber in said optical bus circuit are an optical bus circuit according to claim 6 to 9 characterized by what is been the bundle fiber with which two or more optical fiber core wires were bundled.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical bus circuit which constitutes the optical data bus which bears transmission of a lightwave signal between the optical diverging device which branches the signal light by which incidence was carried out to the translucency medium on two or more optical transmission lines, and two or more circuit boards.

[0002]

[Description of the Prior Art] The multimicroprocessor system which combined two or more microprocessors is increasing in recent years, and an optical fiber came to be used as the data transmission line of this interprocessor. In order to connect two or more interprocessors using an optical fiber, the optical star coupler which branches to two or more optical fibers, or brings together the lightwave signal from two or more optical fibers in one optical fiber is needed.

[0003] As an example of disclosure of this kind of optical star coupler, there is a waveguide type light star coupler indicated by JP,7-209543,A. In order to enable low loss branching by low cost at this waveguide type light star coupler While arranging the rectangle tabular core section with a large refractive index in the center, optical waveguide is formed in the four-directions side by joining optically two or more clad sections of the shape of a flat-surface substrate with a refractive index smaller than the core section concerned. Furthermore, the optical fiber array which branched to two or more is connected to one end face of optical waveguide, and the mixing section is prepared in an other-end side by forming a reflector. However, when are based on the above-mentioned configuration, and a degree increases and it is going to equalize signal luminous intensity, there is a problem that the die length of the mixing section must be lengthened enough.

[0004] Moreover, there is an optical branching transmission line indicated by JP,6-265747,A as another technique which enables low loss branching by low cost. In this optical branching transmission line, the configuration which prepares a lens with big numerical aperture and a lens with small numerical aperture between a light emitting device and the bundle section is taken. However, when based on the above-mentioned configuration, in the example of 16 branching, the reinforcement of the optical fiber bundled in the center becomes high compared with the reinforcement of the optical fiber bundled on the outskirts, and there is a problem that variation arises in signal luminous intensity.

[0005] On the other hand, there is an optical star coupler indicated by JP,9-184941,A as a technique which equalizes the branched signal luminous intensity. Roughly, this optical star coupler is constituted including the bundle section which formed [ bundled one end of an optical fiber and fixed ] that end face in the flat surface, the mixing section from which one end face covers the core section in contact with the end face of the bundle section, and constitutes waveguide, and the optical diffuse reflection means arranged in the other-end side of the mixing section. Although some examples are indicated by said official report, there is a trouble about the all.

[0006] Although it has structure which shuts up the light which has the circular bundle section and was reflected with the optical diffuse reflection means in the first example, the light diffused more than the numerical aperture of an optical fiber is not efficiently combined with an optical fiber. Moreover, when a reflective means is formed in parts other than the core of the bundled optical fiber and loss can be lessened by the multiple echo, it is, but there is reflection loss, and reflection loss will become large if reflected multiply. Although refractive-index distribution is given to the mixing section and homogeneity is raised in the second example, it is difficult to control refractive-index distribution with a sufficient precision. Although an optical fiber is arranged on a periphery and the mixing section is made into the doughnut structure of a clad, a core, and a clad from the core in the third example, in order to raise homogeneity, the

light by which outgoing radiation was carried out from the optical fiber needs to spread a periphery top 1 round or more, and there is a problem that the die length of the mixing section must be lengthened.

Although the structure of having the rectangular mixing section is taken in the fourth example, it cannot be made homogeneity unless it fully takes the die length of the Z-axis, when the die length of the X-axis and a Y-axis is different. In the fifth example, although a light reflex diffusion means is established in the third and fourth example, the light diffused more than the numerical aperture of an optical fiber is not efficiently combined with an optical fiber.

[0007] When the trouble of a Prior art mentioned above is arranged, in order to branch signal light to homogeneity, there is a problem that the die length of the mixing section must be lengthened enough. Moreover, although there is an approach using the refractive-index distribution pattern mixing section as a means which raises equalization, it is difficult to control refractive-index distribution with a sufficient precision, and it causes complication of a configuration. Furthermore, although the die length of the mixing section can be shortened when an optical diffuse reflection means is established, it is not combined with an optical fiber but the light diffused more than the numerical aperture of an optical fiber has the problem of being lost.

[0008] On the other hand, the circuitry of the circuit board (daughter board) used with data processing system has been increasing substantially by development of a very large-scale integrated circuit (VSLI). Since the number of signal connection to each circuit board increases as circuitry increases, the juxtaposition architecture which needs many connection connectors and path cords is adopted as the data bus board (mother board) which connects between each circuit board by the bus structure. Although improvement in the working speed of a juxtaposition bus has been measured by advancing parallelization by multilayering and detailed-izing of a path cord, the processing speed of a system is restricted with the working speed of a juxtaposition bus by the signal delay resulting from the capacity between connection wiring, or connection wiring resistance. moreover, the electromagnetism by the densification of juxtaposition bus connection wiring -- noise (EMI:Electromagnetic Interference) From the problem etc., the system intrinsic-light connection technique called an optical interconnection is examined.

[0009] Luminescence/light-receiving device arranges to front flesh-side both sides of each circuit board, and the serial light data bus for the loop transmission between each circuit board which combined spatially between luminescence/light-receiving devices on the adjoining circuit board which was included in the system frame with light is proposed by JP,2-41042,A in the optical interconnection technique of various gestalten by which the conventional proposal was made as a method which holds the optical data-transmission method between the circuit boards in which luminescence or a photo detector was carried. With this method, it is certain 1. Light / electric conversion is carried out by the circuit board which the signal light sent from the circuit board of \*\* adjoins, and the electrical and electric equipment / optical conversion is further carried out once again by that circuit board, and while each circuit board is arranged by the serial one by one and repeats photoelectricity conversion, and the electrical and electric equipment / optical conversion on each circuit board, it is transmitted among all the circuit boards included in the system frame, as signal light is sent to the circuit board which adjoins a degree.

[0010] However, since the optical coupling by light-receiving/luminescence device arranged on each circuit board in order to perform data transmission between each circuit board between which free space was made to be placed is used when based on the technique indicated by said official report, interference (cross talk) of adjoining optical data-transmission-line Hazama occurs, and poor transmission of data is expected. Moreover, when signal light is scattered about according to the environment in a system frame, for example, dust etc., it is also expected that poor transmission of data occurs.

[0011] Poor transmission of data can be prevented further, the utilization effectiveness of light is high, and it is the objects to obtain the optical diverging device which this invention can make homogeneity the rate of a branching ratio to each optical fiber in general in consideration of the above-mentioned data, without lengthening the die length of a translucency medium, and can moreover attain simplification of a configuration, to obtain the optical diverging device which can suppress transmission loss as much as possible further, and that branching homogeneity offers a good optical bus circuit.

[0012]

[Means for Solving the Problem] in order to attain the above-mentioned object, the optical diverging device concerning this invention according to claim 1 be characterize by what it be the optical diverging device which branch the signal light by which incidence be carried out to the translucency medium on two or more optical transmission lines, the optical diffusion section be prepared in the end face by the side of the incidence of said translucency medium, and the angle of divergence in the diffusion property of the optical

diffusion section concerned be controlled for according to the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium concerned .

[0013] According to this invention of the above-mentioned configuration, the signal light by which incidence was carried out to the optical diffusion layer of a translucency medium spreads the inside of a translucency medium, being spread according to the optical diffusion layer concerned. Outgoing radiation of the diffusion signal light which spread the inside of a translucency medium is carried out from the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium concerned, it branches on two or more optical transmission lines, and incidence is carried out, respectively. Thereby, the signal supported by signal light is transmitted to each optical transmission line.

[0014] Since the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion section prepared in the end face by the side of the incidence of a translucency medium was controlled by this invention here according to the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium concerned After carrying out total reflection to the signal light which arrives at the predetermined location of the end face by the side of outgoing radiation, without reflecting within a translucency medium within a translucency medium, incidence of the signal light which piled up the signal light which arrives at the predetermined location of the end face by the side of outgoing radiation is carried out to each optical fiber. If it is made for extent of the superposition at this time, i.e., the bond strength of signal light, to become almost the same, it will become possible to branch [ each optical fiber ] signal light to homogeneity in general.

[0015] Moreover, in this invention, the optical diffusion section is prepared at the end face by the side of the incidence of a translucency medium, and since it carried out to diffusing the signal light which carried out incidence by the optical diffusion section concerned, even if it shortens the die length of a translucency medium, the rate of a branching ratio to each optical fiber can be made in general into homogeneity.

[0016] Furthermore, since it is the configuration of preparing the optical diffusion section in the end face by the side of the incidence of a translucency medium, and controlling the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion section concerned by this invention according to the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium concerned, simplification of a configuration can be attained compared with the Prior art which controls refractive-index distribution with a sufficient precision.

[0017] Moreover, the object of this invention is attained by two or less claim [ which made concrete this invention according to claim 1 ] invention. That is, the optical diverging device concerning this invention according to claim 2 is characterized by what the angle of divergence in the diffusion property of said optical diffusion section was set for below to the predetermined include angle without the loss decided corresponding to the numerical aperture of said optical transmission line in invention according to claim 1.

[0018] Moreover, the optical diverging device concerning this invention according to claim 3 is characterized by what was made for the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of said translucency medium to carry out abbreviation coincidence of the configuration of the end face by the side of the incidence of said optical transmission line in invention according to claim 1.

[0019] Furthermore, the optical diverging device concerning this invention according to claim 4 is characterized by what the angle of divergence in the diffusion property of said optical diffusion section was set as the predetermined include angle of 3 times or more of the greatest prospective angle of the end face by the side of the outgoing radiation seen from the end face by the side of the incidence of said translucency medium for in invention according to claim 1 to 3.

[0020] Moreover, the optical diverging device concerning this invention according to claim 5 is characterized by what at least one side of two or more outgoing radiation optical transmission lines to which outgoing radiation of the signal light from two or more incident light transmission lines which carry out incidence of the signal light to said translucency medium, and said translucency medium is carried out consists of optical fibers for in invention according to claim 1 to 4.

[0021] In order to attain the above-mentioned object, moreover, the optical bus circuit concerning this invention according to claim 6 Two or more circuit boards which have the optical receiving circuit which changes into an electrical signal the optical sending circuit and lightwave signal which change an electrical signal into a lightwave signal, Two or more electrical connectors installed on the support substrate for every circuit board, and the 1st optical fiber which transmits the signal light by which outgoing radiation was carried out from the light emitting device with which the optical sending circuit of each circuit board is equipped, The optical diverging device indicated by either claim 1 which branches the signal light transmitted from this 1st optical fiber thru/or claim 5, It is characterized by what is constituted including the

2nd optical fiber which transmits the signal light which branched with this optical diverging device to the photo detector with which the optical receiving circuit of two or more circuit boards of arbitration is equipped.

[0022] According to this invention of the above-mentioned configuration, if outgoing radiation of the signal light is carried out from the light emitting device of the optical sending circuit of each circuit board, the signal light concerned will be transmitted through the 1st optical optical fiber. Incidence of the transmitted signal light is carried out to the optical diverging device indicated by either claim 1 mentioned above thru/or claim 5. The signal light which diffused and branched with this optical diverging device passes along the 2nd optical fiber, and is received and transmitted to the photo detector with which the optical receiving circuit of two or more circuit boards of arbitration is equipped.

[0023] Thus, in this invention, it sets among two or more circuit boards which have an optical sending circuit and an optical receiving circuit. After transmitting the signal light by which outgoing radiation was carried out through the 1st optical fiber from the light emitting device of an optical sending circuit, Since it carried out to making it spread and branch with an optical diverging device, making the photo detector which the optical receiving circuit of two or more circuit boards of arbitration equips with the branched signal light concerned through the 2nd optical fiber further receive light, and making it transmit It compares with the conventional structure of the optical coupling method through free space, interference (cross talk) of adjoining optical data-transmission-line Hazama is lost, and what the environmental influence in a system is received also for (that is, dispersion of the signal light by dust, dust, etc. arises) is lost. Therefore, according to this invention, poor transmission of data can be prevented.

[0024] Moreover, in this invention, in order to connect the 1st optical fiber and 2nd optical fiber with the optical diverging device indicated by either claim 1 thru/or claim 5, as for the \*\*\*\* operation effectiveness, the optical diverging device indicated by either claim 1 thru/or claim 5 is harnessed as it is. Therefore, according to this invention, the utilization effectiveness of light is high and branching homogeneity can offer a good optical bus circuit.

[0025] Moreover, the object of this invention is attained by seven or less claim [ which made concrete this invention according to claim 6 ] invention. That is, the optical bus circuit concerning this invention according to claim 7 is characterized by what said electrical connector is installed in front flesh-side both sides of the support substrate in said optical bus circuit, and connection of said circuit board is enabled for in invention according to claim 6.

[0026] Moreover, the optical bus circuit concerning this invention according to claim 8 is characterized by what at least one of said 1st optical fiber in said optical bus circuit, said optical diverging device, and said the 2nd optical fiber is laid under the optical bus circuit substrate with which said three persons are arranged for in invention according to claim 6 or 7.

[0027] Moreover, the optical bus circuit concerning this invention according to claim 9 is characterized by what said 1st optical fiber in said optical bus circuit and said 2nd optical fiber are optical fiber core wires in invention according to claim 6 to 8.

[0028] Furthermore, the optical bus circuit concerning this invention according to claim 10 is characterized by what the 1st optical fiber and 2nd optical fiber in said optical bus circuit are a bundle fiber with which two or more optical fiber core wires were bundled in invention according to claim 6 to 9.

[0029]

[Embodiment of the Invention] The [1st operation gestalt] The optical diverging device 10 applied to the 1st operation gestalt of this invention using drawing 1 and drawing 2 is explained hereafter.

[0030] The outline configuration of the optical diverging device 10 concerning this operation gestalt is shown to drawing 1 by the perspective view. As shown in this drawing, the optical diverging device 10 is equipped with the translucency medium 1 of a rectangular parallelepiped configuration. The optical diffusion layer 2 as "the optical diffusion section" is arranged in the end face by the side of the incidence of the translucency medium 1. moreover -- the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 -- an optical fibers [ as "a total of eight optical transmission lines" / 3a-3h ] edge -- the upper and lower sides -- it is arranged in the condition of having been bundled in every four steps [ two ] each. That is, the optical diverging device 10 of this operation gestalt is an optical diverging device to which 8 \*\*\*\*s of the signal light 5 by which incidence was carried out are carried out. In addition, although the number of the optical fiber arranged in the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 was made into eight with this operation gestalt, what is necessary is [ two or more / not only this but ] just. Furthermore, the cladding layer 11 (refer to drawing 2 ) with a refractive index lower than the translucency medium 1 concerned is arranged in the top face and underside list of the translucency medium

1 by the left lateral and the right lateral, respectively. Thereby, the translucency medium 1 surrounded by the cladding layer 11 functions as the core section which forms waveguide.

[0031] Here, the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion layer 2 mentioned above is controlled by this operation gestalt according to the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1. When it explains more concretely, with this operation gestalt the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 From making the shape of a rectangle whose crosswise (longitudinal direction) die length is twice the die length of the thickness direction (the vertical direction) The optical diffusion layer 2 which shows the diffusion property (namely, diffusion property that the angle of divergence by the diffusion to a longitudinal direction becomes twice an angle of divergence by the diffusion to the vertical direction) in which a longitudinal direction differs from the vertical direction is used. Furthermore, reference sets up the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion layer 2 so that it may become below a predetermined include angle without the loss decided corresponding to optical fibers [ 3a-3h ] numerical aperture. For example, if the optical fibers [ 3a-3h ] numerical aperture NA is 0.5, the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion layer 2 will be set up so that it may become 30 or less degrees.

[0032] In addition, as an optical diffusion layer 2 in which the above individual control is possible, there is an LSD (Physical Optics Corporation make) etc., for example. being certain -- it is -- the optical diffusion layer 2 which shows the diffusion property in which such a vertical direction differs from a longitudinal direction can be acquired by the approach the shape of beam records a rectangular speckle pattern on a phase volume mold hologram medium which is indicated by the U.S. Pat. No. 5,365,354 number etc.

[0033] Next, effectiveness is explained to the operation list of this operation gestalt.

[0034] The signal light 5 by which incidence was carried out to the optical diffusion layer 2 of the translucency medium 1 spreads the inside of the translucency medium 1, being spread in a longitudinal direction and the vertical direction according to the optical diffusion layer 2 concerned. Outgoing radiation of the diffusion signal light 51 which spread the inside of the translucency medium 1 is carried out from the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 concerned, it branches to eight optical fibers 3a-3h, and incidence is carried out, respectively. Thereby, the signal supported by the signal light 5 is transmitted to each optical fibers 3a-3h.

[0035] Here, if the angle of divergence to the longitudinal direction of the signal light 5 diffused according to the optical diffusion layer 2 is larger than the die length of the longitudinal direction of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1, as shown in drawing 2 (A), total reflection of the signal light 5 diffused right and left according to the optical diffusion layer 2 will be carried out once [ at least ] by the interface of the translucency medium 1 and the cladding layer 11 on either side. Therefore, by choosing suitably the angle of divergence to the longitudinal direction of the signal light 5 diffused according to the optical diffusion layer 2, incidence of the signal light 5 diffused in two or more directions is uniformly carried out to each optical fibers 3a-3h, and it can make each optical fibers [ 3a-3h ] bond strength almost the same.

[0036] On the other hand, the vertical lay length of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 is 1/2 of the die length of a longitudinal direction. However, if the angle of divergence to the vertical direction of the diffusion signal light 51 diffused according to the optical diffusion layer 2 is larger than the vertical lay length of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 also in this case As shown in drawing 2 (B), the diffusion signal light 51 diffused up and down according to the optical diffusion layer 2 will be reflected once [ at least ] by the interface with the cladding layer 11 of the upper and lower sides of the translucency medium 1. Therefore, by choosing suitably the angle of divergence to the vertical direction of the diffusion signal light 51 diffused according to the optical diffusion layer 2, incidence of the diffusion signal light 51 diffused in two or more directions is uniformly carried out to each optical fibers 3a-3h, and it can make each optical fibers [ 3a-3h ] bond strength almost the same.

[0037] Consequently, according to this operation gestalt, the rate of a branching ratio to each optical fibers 3a-3h can be made into homogeneity. Moreover, with this operation gestalt, since it carried out to forming the optical diffusion layer 2 in the end face by the side of the incidence of the translucency medium 1, and diffusing the signal light 5 which carried out incidence according to the optical diffusion layer 2 concerned, in order to attain equalization of the rate of a branching ratio to each optical fibers 3a-3h, it is not necessary to lengthen the dimension of the longitudinal direction of the translucency medium 1. That is, according to this operation gestalt, the dimension of the longitudinal direction of the translucency medium 1 can be



shortened. Furthermore, since it is the configuration of forming the optical diffusion layer 2 in the end face by the side of the incidence of the translucency medium 1, and controlling the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion layer 2 concerned by this operation gestalt according to the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 concerned, simplification of a configuration can be attained compared with the Prior art which controls refractive-index distribution with a sufficient precision. In addition, according to this operation gestalt, it becomes possible by acquiring such effectiveness to also attain the miniaturization of the optical diverging device 10.

[0038] Moreover, with this operation gestalt, since the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion layer 2 was set up so that it might become below a predetermined include angle without the loss decided corresponding to optical fibers [ 3a-3h ] numerical aperture, transmission loss can be suppressed as much as possible. That is, if incidence of the signal light 5 by which outgoing radiation was carried out from the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 is carried out exceeding a predetermined include angle without the loss it is temporarily decided corresponding to optical fibers [ 3a-3h ] numerical aperture that it will be, even if incidence of the signal light 5 is carried out to optical fibers 3a-3h, it will be again emitted from optical fibers 3a-3h. This emitted signal light 5 serves as transmission loss. However, if the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion layer 2 is set up like this operation gestalt so that it may become below a predetermined include angle without the loss decided corresponding to optical fibers [ 3a-3h ] numerical aperture, the inside of optical fiber 3a-3h is spread, without emitting the signal light 5 by which incidence was carried out into the optical fiber 3a-3h concerned. Therefore, according to this operation gestalt, transmission loss can be suppressed as much as possible like the above.

[0039] The [2nd operation gestalt] Next, the 2nd operation gestalt of this invention is explained using drawing 3 . Fundamentally, although this 2nd operation gestalt is the content which can be explained in explanation of the 1st operation gestalt mentioned above, in order to make operation and effectiveness more intelligible, it begins writing it as the 2nd operation gestalt.

[0040] As shown in drawing 3 , this operation gestalt makes it a main content for it to be desirable to set angle-of-divergence  $\theta'$  to the longitudinal direction of the diffusion signal light 51 diffused according to the optical diffusion layer 2 as the predetermined include angle of 3 times or more of said prospective angle  $\theta$ , when the greatest prospective angle of the end face by the side of the outgoing radiation seen from the end face by the side of the incidence of the translucency medium 1 is set to  $\theta$ .

[0041] When angle-of-divergence  $\theta'$  to the longitudinal direction of the diffusion signal light 51 diffused according to the optical diffusion layer 2 as mentioned above is expected and it is set as the predetermined include angle of 3 times or more of angle  $\theta$ , once [ at least ], total reflection of the diffusion signal light 51 diffused right and left is carried out by the optical diffusion layer 2 by the interface of the translucency medium 1 and the cladding layer 11 on either side, and outgoing radiation is carried out from the end face by the side of outgoing radiation. Angle-of-divergence  $\theta'$  becomes the inclination for the bond strength by the side of middle to become strong among the optical fibers 3a-3h whose eight are in the case of an include angle smaller than  $3\theta$ , and for the bond strength by the side of the circumference to become weak, temporarily, and it becomes impossible to attain equalization of bond strength at this time. on the other hand, when angle-of-divergence  $\theta'$  is set to  $3\theta$  If it explains using drawing 2 (A) of the 1st operation gestalt mentioned above, supposing it pays its attention about the diffusion signal light 51 by which incidence is carried out to optical fiber 3b Without reflecting by the interface with the cladding layer 11 on either side The predetermined location of the end face by the side of outgoing radiation Two diffusion signal light (total reflection incident light) 51b which arrives at the predetermined location concerned after carrying out total reflection by the interface of diffusion signal light (direct incident light) of one 51a which arrives at (namely, the arrangement location of optical fiber 3b), and the cladding layer 11 on either side, Incidence of a total of three diffusion signal light 51a-51c which piled up 51c is carried out to optical fiber 3b. The same is completely said of other optical fibers 3a, 3c-3h. Therefore, if it does in this way, each optical fibers [ 3a-3h ] bond strength can be made into homogeneity. Consequently, according to this operation gestalt, uniform branching of the signal light 5 which carried out incidence is attained. In addition, if it is said [ how ] whether be when angle-of-divergence  $\theta$  is made larger than  $3\theta$ , it becomes homogeneity, namely, as for most bond strength, it turns out experimentally that effectiveness equivalent as effectiveness is acquired.

[0042] In the above, although only a spread of the diffusion signal light 51 to a longitudinal direction was explained, if an angle of divergence is similarly expected about a spread of the diffusion signal light 51 to the vertical direction and relation with an angle is set up, the same effectiveness will be acquired.



[0043] When the 1st operation gestalt and the 2nd operation gestalt which have been explained above are seen in the gross, By forming the optical diffusion layer 2 in the end face by the side of the incidence of the translucency medium 1, and controlling the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion layer 2 concerned according to the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 concerned The rate of a branching ratio to each optical fibers 3a-3h can be made in general into homogeneity, without lengthening the die length of the translucency medium 1, and the effectiveness that simplification of a configuration can moreover be attained is acquired. As the method of more desirable control The angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion layer 2 is set below to a predetermined include angle without the loss decided corresponding to optical fibers [ 3a-3h ] numerical aperture. Furthermore, by setting angle-of-divergence  $\theta'$  in the diffusion property of the optical diffusion layer 2 as the predetermined include angle of 3 times or more of the greatest prospective angle  $\theta$  of the end face by the side of outgoing radiation, transmission loss will be suppressed to the minimum, and it will be said that the precision of equalization of the rate of a branching ratio can be raised further.

[0044] The [3rd operation gestalt] Next, the 3rd operation gestalt of this invention is explained using drawing 4 . In addition, about the same component as the operation gestalt mentioned above, the same number will be attached and the explanation will be omitted.

[0045] As shown in drawing 4 , with this operation gestalt, the description is in the configuration of optical fiber 3a' as an "optical transmission line" - 3h'. if it explains concretely -- optical fiber 3a -- 'end-face 31a'-31h of -3h" is formed in the rectangle which divided the configuration (rectangle) of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 into eight equally.

[0046] According to the above-mentioned configuration, since the total configuration of end-face 31a' - 31h' of configuration [ of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium 1 ], optical fiber 3a' - 3h' is thoroughly in agreement, incidence of the signal light 5 by which outgoing radiation was carried out from the end face by the side of outgoing radiation is altogether carried out to optical fibers [ 3a-3h ] end-face 31a' - 31h'. That is, in the 1st operation gestalt mentioned above, although the signal light 5 leaks and comes out from a clearance 7 (refer to drawing 1 ) since the configuration of an optical fibers [ 3a-3h ] end face was circular, such leakage is lost with this operation gestalt. For this reason, according to this operation gestalt, transmission loss can be lessened further.

[0047] The [4th operation gestalt] Next, the 4th operation gestalt of this invention is explained using drawing 5 - drawing 12 . In addition, about the same component as the operation gestalt mentioned above, the same number will be attached and the explanation will be omitted.

[0048] The outline configuration of the optical bus circuit 1000 concerning this operation gestalt is shown to drawing 5 by the perspective view, and the important section of the optical bus circuit 1000 concerned is expanded, and is shown in drawing 6 . As shown in these drawings, the optical data bus 300 in which two or more optical diverging devices 10 explained in the operation gestalt mentioned above were carried is being fixed to the predetermined location of the support substrate 100 of the optical bus circuit 1000. both [ in addition, ] the incident light transmission line to the optical diverging device 10 explained in the operation gestalt mentioned above with this operation gestalt, and an outgoing radiation optical transmission line -- although -- it consists of optical fibers 30.

[0049] Moreover, two or more electrical connectors 200 are installed in the predetermined location on the support substrate 100 side by side at the predetermined spacing, and these electrical connectors 200 are equipped with two or more circuit boards 500, 501, 502, and 503 optically connected by the optical data bus 300 (it connects electrically). Furthermore, the electronic circuitry 400 is installed in the predetermined location on the support substrate 100, and also a power-source line and the electric wiring for electrical signal transmission (graphic display abbreviation) are prepared in it, and such electric wiring is electrically connected with the electronic circuitry on the circuit boards 500, 501, and 502 with which it was equipped through the electrical connector 200, and 503 (graphic display abbreviation).

[0050] Moreover, each circuit boards 500, 501, 502, and 503 are equipped with the light and the electric conversion circuit 700 as "an optical receiving circuit" which changes into an electrical signal the electrical and electric equipment, the optical conversion circuit 600, and lightwave signal as "an optical sending circuit" which change an electrical signal into a lightwave signal, respectively. Former electrical and electric equipment and optical conversion circuit 600 consist of the laser diodes 601 and the laser diode actuation circuits 602 as a "light emitting device" as an example. Moreover, latter light and electric conversion circuit 700 consist of a photodiode 701 as a "photo detector", a photodiode actuation circuit 702, and an amplifying circuit 703 amplified to the level which can change the light-receiving signal in a photodiode 701 as a logic

signal as an example.

[0051] Although the above is the outline of the whole configuration of the optical bus circuit 1000 concerning this operation gestalt, explanation will be further added to below about the detail configuration of each part.

[0052] When the number of the circuit boards connected shows the case where the number of channels (number of bits) is 4 in four sheets and the optical bus circuit 1000 shown in drawing 5 constitutes a bus from such two or more numbers of channels, two or more optical diverging devices 10 explained in the operation gestalt mentioned above are used.

[0053] Moreover, corresponding to the number of channels being 4, as shown in drawing 7, the optical data bus 300 is constituted by carrying out the four-sheet laminating of the optical bus circuit substrate 800 carrying the optical diverging device 10. Each optical bus circuit substrate 800 by which the laminating was carried out is connected by the spacer 900 at suitable spacing.

[0054] Furthermore, as shown in drawing 8, the plastic optical fiber core wire 33 and the optical diverging device 10 are embedded at each optical bus circuit substrate 800. As a plastic optical fiber core wire 33, the plastic optical fiber core wire whose diameter is 1mm, for example is used. In addition, an "optical fiber core wire" means the core material itself which removed the enveloping layer from the optical fiber. Moreover, as an optical diverging device 10, the optical diffusion layer 2 of LSD0.2x40PC 10-8 (for the angle of divergence of the thickness direction of the diffused light, the angle of divergence of " [ 0.2 ] and the cross direction is 40 degrees) is used, for example, and the translucency medium 1 of 4mmx20mmx1mm (wxt) magnitude is used. Furthermore, as an optical bus circuit substrate 800, the acrylic substrate with a thickness of about 3mm is used, for example, and the slot 803 (refer to drawing 9 and drawing 10) whose width of face the depth by which the plastic optical fiber core wire 33 and the optical diverging device 10 are arranged is 1mm thru/or 4mm in 1mm is formed by carrying out cutting of the front face of the optical bus circuit substrate 800 concerned.

[0055] more -- concrete -- explaining -- if -- light -- a bus circuit -- a substrate -- 800 -- a top view -- it is -- drawing 9 -- and -- being concerned -- light -- a bus circuit -- a substrate -- 800 -- A-A -- ' -- B-B -- ' -- C-C -- ' -- D-D -- ' -- a sectional view -- it is -- drawing 10 -- being shown -- having -- as -- a plastic optical fiber -- a core wire -- 33 -- arranging -- having -- a slot -- 803 -- a flection -- 801 -- radius of curvature -- 15 -- mm -- about -- setting up -- having -- \*\*\*\* -- loss of the signal light in this flection 801 -- almost -- there is nothing . Moreover, the rectangle-like hole 802 is formed in the optical bus circuit substrate 800, and as shown in drawing 7, when the laminating of two or more optical bus circuit substrates 800 is carried out, the plastic optical fiber core wire 33 of the optical bus circuit substrate 800 located in a lower layer through this hole 802 is led to two or more circuit boards 500, 501, 502, and 503.

[0056] Next, effectiveness is explained to the operation list of this operation gestalt.

[0057] If the electrical connector 200 corresponding to each is equipped with each circuit boards 500, 501, 502, and 503, each laser diode 601 and each photodiode 701 will be optically combined through the optical data bus 300. Therefore, incidence of the signal light by which outgoing radiation was carried out from a certain laser diode 601 of arbitration is carried out to the optical data bus 300, and it is received by two or more photodiodes 701. The simultaneous transmission and reception which became independent by this configuration in transmission and reception and each bit of the juxtaposition lightwave signal which consists of two or more bits becomes possible.

[0058] If it explains concretely using the mimetic diagram of drawing 12, the electrical signal from the incidence nodes A1, B1, C1, and D1 will be processed by the electrical and electric equipment and the optical conversion circuit 600 arranged by each circuit boards 500, 501, 502, and 503, respectively, and will be changed into a lightwave signal. That is, after the laser diode actuation circuit 602 is started, the signal light with which data were supported from the laser diode 601 emits light (outgoing radiation). After this signal light goes via the optical fiber 31 as the "1st optical fiber" which constitutes an incidence signal line (incident light transmission line), incidence of it is carried out to the optical diffusion layer 2 arranged at the end face of the optical diverging device 10. In the optical diffusion layer 2, incidence signal light is spread and branched and incidence of this is carried out to the translucency medium 1. After \*\*\*\*\*, the signal light which penetrated the translucency medium 1 is processed by the light and the electric conversion circuit 700 arranged by each circuit boards 500, 501, 502, and 503, respectively, and the optical fiber 32 as the "2nd optical fiber" which constitutes an outgoing radiation signal line (outgoing radiation optical transmission line) is again changed into an electrical signal. That is, light is received with a photodiode 701, the photodiode actuation circuit 702 is started by this, and the signal light which went via the optical fiber 32 is amplified to the predetermined level which can change a light-receiving signal as a logic signal further in

an amplifying circuit 703. Thus, the electrical signal which light and electric conversion were carried out and was amplified is led to the outgoing radiation node A2, B-2, and C2 and D2.

[0059] For example, the signal light from the incidence node A1 is transmitted to the outgoing radiation node A2, B-2, and C2 and D2 by the optical diverging device 10 (the same is said of the incidence nodes B1, C1, and D1). At this time, by using diffusion of light for signal light from one incidence node, the optical diverging device 10 functions as an optical bus which transmits the same signal as two or more outgoing radiation nodes, and makes possible the bus connection of each circuit boards 500, 501, 502, and 503 as a whole.

[0060] Thus, with this operation gestalt, it sets between two or more circuit boards 500, 501, and 502 which have the electrical and electric equipment, the optical conversion circuit 600, and light and an electric conversion circuit 700, and 503. After transmitting the signal light by which outgoing radiation was carried out through an optical fiber (the 1st) 31 from the laser diode 601 of the electrical and electric equipment and the optical conversion circuit 600, Since it carried out to making it spread and branch with the optical diverging device 10, making the photodiode 701 with which the light and the electric conversion circuit 700 of two or more circuit boards 500, 501, 502, and 503 of arbitration are further equipped with the branched signal light concerned through an optical fiber (the 2nd) 32 receive light, and making it transmit It compares with the conventional structure of the optical coupling method through free space, interference (cross talk) of adjoining optical data-transmission-line Hazama is lost, and what the environmental influence in a system is received also for (that is, dispersion of the signal light by dust, dust, etc. arises) is lost. Therefore, according to this operation gestalt, poor transmission of data can be prevented.

[0061] Moreover, with this operation gestalt, since it connected with the optical diverging device 10 explained with the operation gestalt which mentioned above the optical fiber 31 and the optical fiber (the 1st) (the 2nd) 32, as for the \*\*\*\* operation effectiveness, the optical diverging device 10 concerned is harnessed as it is. Therefore, according to this operation gestalt, the utilization effectiveness of light is high and branching homogeneity can offer a good optical bus circuit. Output homogeneity (the signal light from four incident light fibers branches, and it is the outgoing radiation quantity of light homogeneity of the signal light from the optical fiber in each outgoing radiation location) is dramatically as good as about 7% so that an example of the transmission characteristic (output homogeneity) of the optical diverging device 10 mounted in the optical bus circuit substrate 800 in this operation gestalt may incidentally be shown in drawing 11 and this graph may show.

[0062] Moreover, with this operation gestalt, a slot 803 is formed in the front face of the optical bus circuit substrate 800, and since it considered as the configuration in which the plastic optical fiber core wire 33 is made to lay under the slot 803 concerned, it becomes possible to bend and \*\*\*\* the plastic optical fiber core wire 33. That is, essentially, since the plastic optical fiber core wire 33 is a straight-line-like member, if it bends, it tends to return to the original condition according to elastic stability. For this reason, where the plastic optical fiber core wire 33 is put on the front face of the optical bus circuit substrate 800, in \*\*\*\*(ing), the fastener for holding, where the plastic optical fiber core wire 33 is bent is needed. However, if the slot 803 containing a flection 801 is formed in the front face of the optical bus circuit substrate 800 like this operation gestalt, even if it does not use a fastener, where the plastic optical fiber core wire 33 is bent with the radius of curvature of arbitration, it can hold. In addition, a miniaturization and miniaturization of equipment can be attained rather than the case where the plastic optical fiber core wire 33 is carried and \*\*\*\*(ed) on the front face of the optical bus circuit substrate 800, by inserting and embedding the plastic optical fiber core wire 33 in the slot 803 formed in the optical bus circuit substrate 800.

[0063] Furthermore, with this operation gestalt, since the plastic optical fiber core wire 33 was used as an optical fiber 31 and an optical fiber (the 1st) (the 2nd) 32, the crosswise dimension and the height direction dimension when putting four in order like a part without an enveloping layer, for example, this operation gestalt, can be shortened, and the crosswise dimension and the height direction dimension (thickness) of the optical diverging device 10 can also be shortened in connection with this. Therefore, according to this operation gestalt, a miniaturization and miniaturization of equipment can be attained.

[0064] In addition, although the optical bus circuit substrate 800 becomes the magnitude of 100mmx150mm (wxl) extent with this operation gestalt since the plastic optical fiber core wire 33 whose diameter is 1mm was used, a miniaturization and miniaturization of equipment can be further attained by using the plastic optical fiber core wire 33 with a smaller diameter. That is, when the plastic optical fiber core wire 33 of 0.5 mm is used, for example from the crookedness radius which does not produce the loss in the flection 801 of the plastic optical fiber core wire 33 being decided by the wire size of the plastic optical fiber core wire 33, the optical bus circuit substrate 800 can consist of 80mmx120mm (wxl) extent.

[0065] Although the configuration which carries out the parallel arrangement of the plastic optical fiber core wire 33 was taken with this operation gestalt when supplemented per this point, the bundle fiber with which not only this but the plastic optical fiber core wire 33 was bundled may be used. in this case -- for example, - without it loses the signal light in a flection 801 by using the bundle fiber with which the plastic optical fiber core wire 33 whose diameter is 0.1mm was bundled -- the minute flection 801 -- a design -- being possible (radius of curvature: about 1.5mm) -- it becomes and a miniaturization and miniaturization of the further equipment can be realized.

[0066] If it adds about the effectiveness of these operation gestalten other than the effectiveness mentioned above in the comparison with advanced-technology reference, the technique indicated by JP,2-41042,A mentioned as a conventional technique Since it is the serial light data bus which combined between luminescence/light-receiving devices on the circuit board through free space and is the method which carries out sequential transmission at all the circuit boards, repeating light / electric conversion, and the electrical and electric equipment / optical conversion, Although a signal transduction rate has the disadvantage which receives the constraint at the same time it is dependent on the light / electric conversion rate of luminescence/light-receiving device, and the electrical and electric equipment / optical conversion rate arranged on each circuit board With this operation gestalt, since it is the configuration which connects directly between each circuit boards 500, 501, and 502 and 503 by the optical fiber 31, the optical diverging device 10, and three persons of an optical fiber 32, such disadvantage is not caused essentially.

[0067] Moreover, in order to combine optically with JP,61-196210,A between the circuit boards in which luminescence or a photo detector was carried, the method which performs data transmission through the optical path constituted by the diffraction grating arranged on the transparent plate front face and the reflective component is indicated. Although there is disadvantage which is not connectable with one point which had the light emitted from one point fixed when based on this method, according to this operation gestalt, as a transmission system, it excels in all the circuit boards 500, 501, and 502 and the point that between 503 is comprehensively connectable, dramatically.

[0068] In addition, with this operation gestalt, although the plastic optical fiber core wire 33 was used, the fiber optic cable with which the coat of polyethylene etc. was given to the surroundings of not only this but a plastic optical fiber core wire may be used, and glass fiber etc. may be used as construction material of an optical fiber.

[0069] Moreover, although the configuration which arranges four electrical connectors 200 in one side of the support substrate 100, and connects the circuit boards 500, 501, 502, and 503 of four sheets to the electrical connector 200 concerned was taken with this operation gestalt Two electrical connectors 200 are arranged in each both sides of not only this but the support substrate 100, for example (distribution), the circuit boards 500 and 501 are connected to the electrical connector 200 of one side, and you may make it connect the circuit boards 502 and 503 to the electrical connector 200 of an opposite hand. In this case, due to a components layout, when there is a tooth space only in the one side side of the support substrate 100, the former configuration is chosen, and when a tooth space is in both-sides side of the support substrate 100, there is an advantage that the degree of freedom of selection can be raised that what is necessary is just to choose the latter configuration.

[0070] Furthermore, what is necessary is to just be laid underground in not only this but said three persons' at least one fang furrow 803, although the configuration which forms a slot 803 in the optical bus circuit substrate 800, and lays optical fibers 31, the optical diverging devices 10, and all the optical fibers 32 underground in the slot 803 concerned was taken with this operation gestalt.

[0071]

[Effect of the Invention] The optical diverging device applied to this invention as explained above Since the optical diffusion section is prepared in the end face by the side of the incidence of a translucency medium and the angle of divergence in the diffusion property of the optical diffusion section concerned is controlled according to the configuration of the end face by the side of the outgoing radiation of the translucency medium concerned The rate of a branching ratio to each optical fiber can be made in general into homogeneity, without lengthening the die length of a translucency medium, and it has the outstanding effectiveness that simplification of a configuration can moreover be attained.

[0072] Moreover, since the optical bus circuit concerning this invention connected the 2nd optical fiber which the 1st optical fiber and photo detector which transmit the signal light by which outgoing radiation was carried out are made to receive signal light, and is transmitted to them from a light emitting device with the optical diverging device concerning this invention It can prevent poor transmission of data and the signal transmission between the circuit boards of arbitration not only becomes possible, but has the outstanding

effectiveness that the utilization effectiveness of light is still higher and branching homogeneity can be made good.

---

[Translation done.]

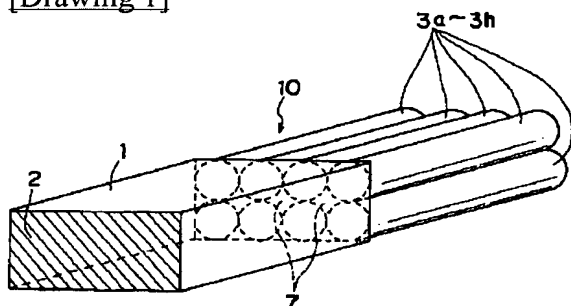
\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

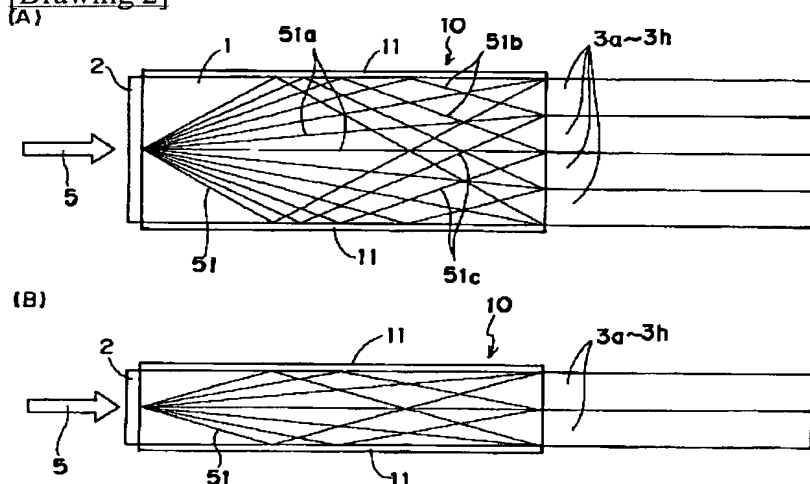
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

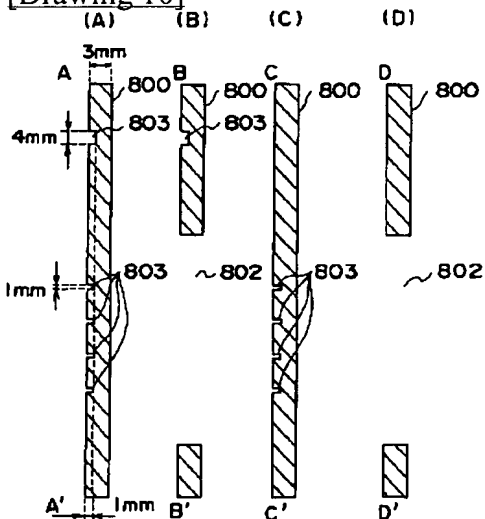
[Drawing 1]



[Drawing 2]

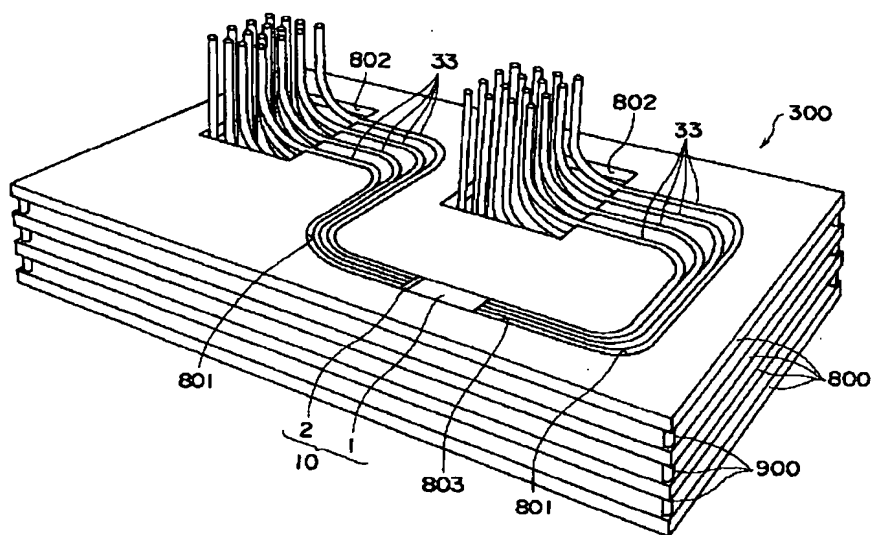


[Drawing 10]

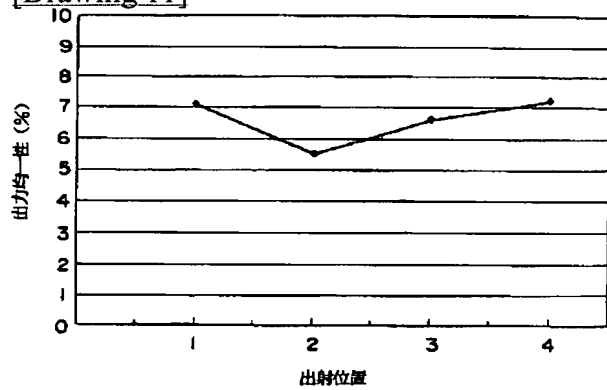




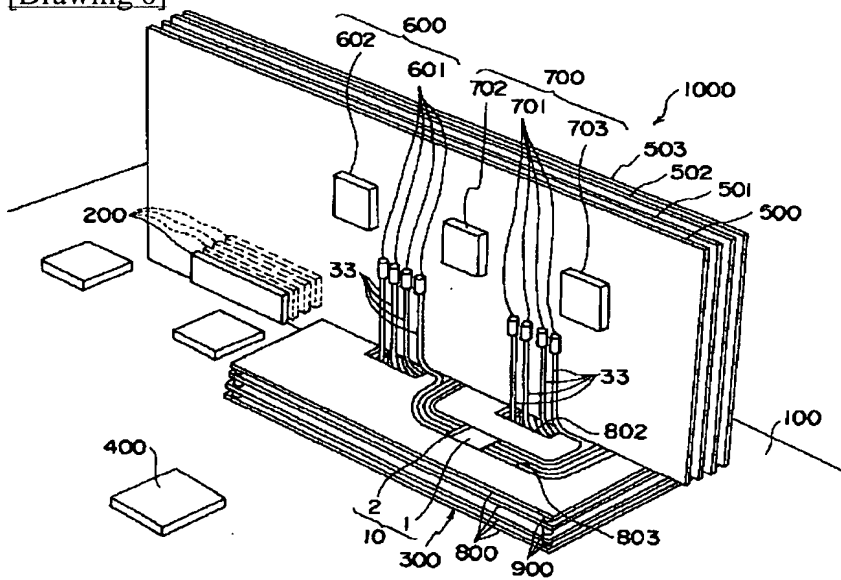




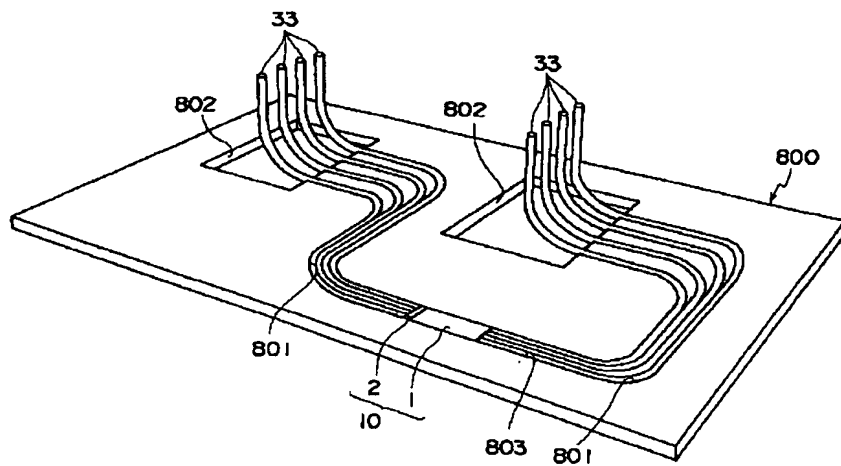
[Drawing 11]



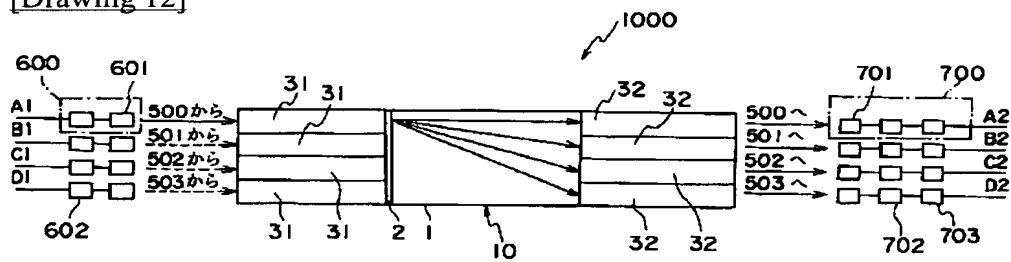
[Drawing 6]



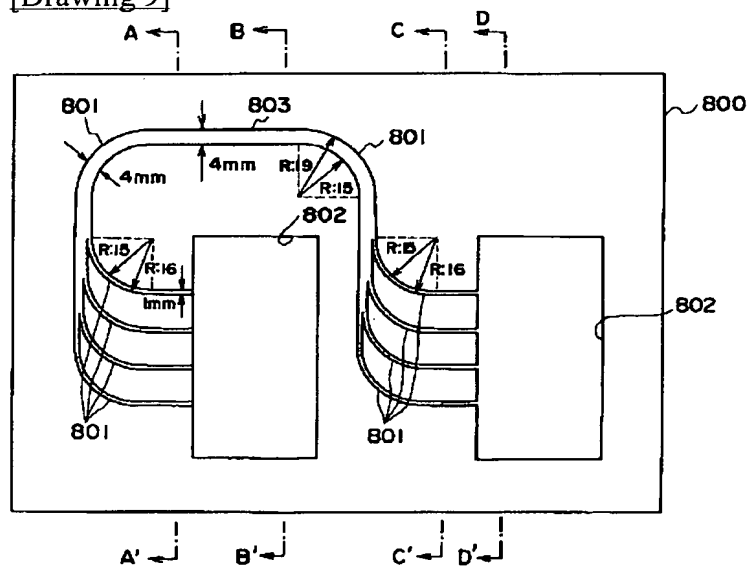
[Drawing 8]



[Drawing 12]



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-329962

(P2000-329962A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/28

識別記号

F I

G 0 2 B 6/28

テーマコード (参考)

P

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-283565  
(22) 出願日 平成11年10月4日 (1999. 10. 4)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-70198  
(32) 優先日 平成11年3月16日 (1999. 3. 16)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005496  
富士ゼロックス株式会社  
東京都港区赤坂二丁目17番22号  
(72) 発明者 浜田 勉  
神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい富士ゼロックス株式会社内  
(72) 発明者 ▲高▼梨 紀  
神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい富士ゼロックス株式会社内  
(74) 代理人 100079049  
弁理士 中島 淳 (外3名)

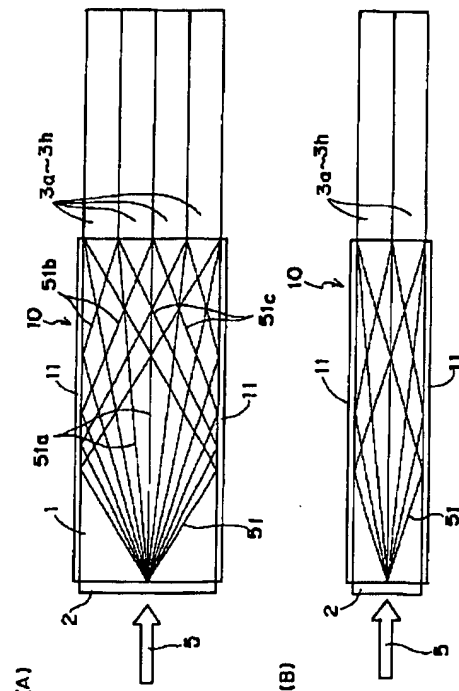
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光分岐装置及びこれを用いた光パス回路

(57) 【要約】

【課題】 透光性媒体の長さを長くすることなく各光ファイバに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができる光分岐装置等を得る。

【解決手段】 導光媒体1の入射側の端面には、出射側の端面の形状に合わせて拡散特性における広がり角を制御する光拡散層2が設けられている。光拡散層2によって拡散された拡散信号光51は直接入射光51aと全反射入射光51b、51cとが重なって光ファイバ3bへ入射される。他の光ファイバ3a、3c～3hについても同様である。よって、透光性媒体1の長さを長くすることなく各光ファイバ3a～3hに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができる。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性媒体に入射された信号光を複数の光伝送線路に分岐させる光分岐装置であって、前記透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、当該光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせて制御した、ことを特徴とする光分岐装置。

【請求項2】 前記光拡散部の拡散特性における広がり角を、前記光伝送線路の開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下に設定した、ことを特徴とする請求項1に記載の光分岐装置。

【請求項3】 前記光伝送線路の入射側の端面の形状を、前記透光性媒体の出射側の端面の形状に略一致させた、ことを特徴とする請求項1に記載の光分岐装置。

【請求項4】 前記光拡散部の拡散特性における広がり角を、前記透光性媒体の入射側の端面から見た出射側の端面の最大の見込み角の3倍以上の所定角度に設定した、ことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の光分岐装置。

【請求項5】 前記透光性媒体へ信号光を入射させる複数の入射光伝送線路及び前記透光性媒体からの信号光を出射させる複数の出射光伝送線路の少なくとも一方が光ファイバで構成されている、ことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の光分岐装置。

【請求項6】 電気信号を光信号に変換する光送信回路及び光信号を電気信号に変換する光受信回路を有する複数の回路基板と、各回路基板ごとに支持基板上に設置された複数の電気コネクタと、各回路基板の光送信回路が備える発光素子から出射された信号光を伝送する第1の光ファイバと、この第1の光ファイバから伝送されてきた信号光を分岐する請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された光分岐装置と、この光分岐装置によって分岐された信号光を任意の複数の回路基板の光受信回路が備える受光素子に伝送する第2の光ファイバと、を含んで構成されている、ことを特徴とする光バス回路。

【請求項7】 前記光バス回路における支持基板の表裏両面に前記電気コネクタが設置されて前記回路基板が接続可能とされている、ことを特徴とする請求項6に記載の光バス回路。

【請求項8】 前記光バス回路における前記第1の光ファイバ、前記光分岐装置、及び前記第2の光ファイバの少なくとも一つが、前記三者が配設される光バス回路基板に埋設されている、ことを特徴とする請求項6又は請求項7に記載の光バス

2

回路。

【請求項9】 前記光バス回路における前記第1の光ファイバ及び前記第2の光ファイバは、光ファイバ芯線である、ことを特徴とする請求項6乃至請求項8のいずれかに記載の光バス回路。

【請求項10】 前記光バス回路における第1の光ファイバ及び第2の光ファイバは、複数の光ファイバ芯線が束ねられたバンドルファイバである、

ことを特徴とする請求項6乃至請求項9のいずれかに記載の光バス回路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、透光性媒体に入射された信号光を複数の光伝送線路に分岐させる光分岐装置及び複数の回路基板間において光信号の伝送を担う光データバスを構成する光バス回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】近年、複数のマイクロプロセッサを結合したマルチマイクロプロセッサシステムが増加しており、このプロセッサ間のデータ伝送路として、光ファイバが用いられるようになった。光ファイバを用いて複数のプロセッサ間を接続するためには、複数の光ファイバに分岐したり、複数の光ファイバからの光信号を1つの光ファイバに集めたりする光スターカプラが必要となる。

【0003】この種の光スターカプラの開示例としては、特開平7-209543号公報に開示された導波路型光スターカプラがある。この導波路型光スターカプラでは、低コストで低損失な分岐を可能とするために、屈折率の大きい矩形板状のコア部を中央に配置すると共にその上下左右面に当該コア部よりも屈折率が小さい平面基板状の複数のクラッド部を光学的に接合することで光導波路を形成し、更に光導波路の一方の端面には複数本に分岐された光ファイバアレイを接続し、他方の端面には反射面を形成することでミキシング部を設けるようになっている。しかしながら、上記構成による場合、分岐数が増えた場合において信号光の強度を均等にしようとすると、ミキシング部の長さを十分に長くしなければならないという問題がある。

【0004】また、低コストで低損失な分岐を可能とする別の技術として、特開平6-265747号公報に開示された光分岐伝送路がある。この光分岐伝送路では、発光素子とバンドル部との間に開口数の大きなレンズと開口数の小さなレンズを設ける構成をとっている。しかしながら、上記構成による場合、16分岐の例では、中央にバンドルされた光ファイバの強度が周辺にバンドルされた光ファイバの強度に比べて高くなり、信号光の強度にバラツキが生じるという問題がある。

【0005】これに対し、分岐された信号光の強度を均

50

(3)

3

一化する技術として、特開平9-184941号公報に開示された光スターカプラがある。この光スターカプラは、概略的には、光ファイバの片端を束ねて固定しその端面を平面に形成したバンドル部と、一方の端面がバンドル部の端面に当接しコア部を覆って導波路を構成するミキシング部と、ミキシング部の他方の端面に配置された光拡散反射手段とを含んで構成されている。前記公報にはいくつかの実施例が開示されているが、そのいずれについても問題点がある。

【0006】第一の実施例では、円形のバンドル部を有し、光拡散反射手段で反射した光を閉じ込める構造となっているが、光ファイバの開口数以上に拡散された光は光ファイバに効率よく結合されない。また、束ねられた光ファイバのコア以外の部分には反射手段を設け多重反射により損失を少なく出来るとあるが、反射損失があり、多重反射すると反射損失は大きくなる。第二の実施例では、ミキシング部に屈折率分布を持たせて均一性を向上させるものであるが、屈折率分布を精度よく制御することは困難である。第三の実施例では、光ファイバを円周上に配置しミキシング部を中心からクラッド、コア、クラッドのドーナツ構造としているが、均一性を向上させるためには光ファイバから出射された光が円周上を1周以上広がる必要があり、ミキシング部の長さを長くしなければならないという問題がある。第四の実施例では、矩形のミキシング部を有する構造を取っているが、X軸とY軸の長さが違う場合にはZ軸の長さを十分に取らないと均一にすることは出来ない。第五の実施例では、第三、第四の実施例において光反射拡散手段を設けるものであるが、光ファイバの開口数以上に拡散された光は光ファイバに効率よく結合されない。

【0007】上述した従来の技術の問題点を整理すると、信号光を均一に分岐させるためにはミキシング部の長さを十分長くしなければならないという問題がある。また、均一化を向上させる手段として屈折率分布型ミキシング部を用いる方法があるが、屈折率分布を精度よく制御することは困難であり、構成の複雑化を招く。さらに、光拡散反射手段を設けた場合には、ミキシング部の長さを短く出来るが、光ファイバの開口数以上に拡散された光は光ファイバに結合されず損失となってしまうという問題がある。

【0008】一方、超大規模集積回路(VSLI)の開発により、データ処理システムで使用する回路基板(ドーターボード)の回路機能が大幅に増大してきている。回路機能が増大するにつれて各回路基板に対する信号接続数が増大するため、各回路基板間をバス構造で接続するデータバスボード(マザーボード)には多数の接続コネクタと接続線を必要とする並列アーキテクチャが採用されている。接続線の多層化と微細化により並列化を進めることにより並列バスの動作速度の向上が計られてきたが、接続配線間容量や接続配線抵抗に起因する信号遅

4

延により、システムの処理速度が並列バスの動作速度によって制限される。また、並列バス接続配線の高密度化による電磁ノイズ(EMI:Electromagnetic Interference)の問題等からも、光インターコネクションと呼ばれるシステム内光接続技術が検討されている。

【0009】従来提案された様々な形態の光インターコネクション技術において、発光又は受光素子が搭載された回路基板間の光データ伝送方式を行う方式として、特開平2-41042号では、各回路基板の表裏両面に発光/受光デバイスを配置し、システムフレームに組み込まれた隣接する回路基板上の発光/受光デバイス間を空間的に光で結合した、各回路基板相互間のループ伝送用の直列光データ・バスが提案されている。この方式では、ある1枚の回路基板から送られた信号光が隣接する回路基板で光/電気変換され、さらにその回路基板でもう一度電気/光変換されて、次に隣接する回路基板に信号光を送るというように、各回路基板が順次直列に配列され各回路基板上で光電気変換、電気/光変換を繰り返しながらシステムフレームに組み込まれたすべての回路基板間に伝達される。

【0010】しかしながら、前記公報に開示された技術による場合、各回路基板相互間のデータ伝送を行うために、各回路基板上に配置された受光/発光デバイスによる、自由空間を介在させた光結合を用いているため、隣接する光データ伝送路間の干渉(クロストーク)が発生しデータの伝送不良が予想される。また、システムフレーム内の環境、例えば埃などにより信号光が散乱することによりデータの伝送不良が発生することも予想される。

【0011】本発明は上記事実を考慮し、透光性媒体の長さを長くすることなく各光ファイバに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができる光分岐装置を得ること、さらには伝送損失を極力抑えることができる光分岐装置を得ること、さらにはデータの伝送不良を防止でき、光の利用効率が高く、分岐均一性が良好な光バス回路を提供することが目的である。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の本発明に係る光分岐装置は、透光性媒体に入射された信号光を複数の光伝送線路に分岐させる光分岐装置であって、前記透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、当該光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせて制御した、ことを特徴としている。

【0013】上記構成の本発明によれば、透光性媒体の光拡散層へ入射された信号光は、当該光拡散層によって拡散されながら、透光性媒体内を伝搬していく。透光性媒体内を伝搬した拡散信号光は、当該透光性媒体の出射側の端面から出射されて、複数の光伝送線路に分岐され

(4)

5

てそれぞれ入射される。これにより、信号光に担持された信号が各光伝送線路に伝送される。

【0014】ここで、本発明では、透光性媒体の入射側の端面に設けられた光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせて制御したので、透光性媒体内で反射せずに出射側の端面の所定位置に到達する信号光と透光性媒体内で全反射してから出射側の端面の所定位置に到達する信号光とを重ね合わせた信号光が各光ファイバに入射される。このときの重ね合わせの程度、即ち信号光の結合強度が殆ど同じになるようにすれば、各光ファイバに概ね均一に信号光を分岐させることが可能になる。

【0015】また、本発明では、透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、入射した信号光を当該光拡散部によって拡散させることとしたので、透光性媒体の長さを短くしても、各光ファイバに対する分岐比率を概ね均一にすることができる。

【0016】さらに、本発明では、透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、当該光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせて制御するという構成なので、屈折率分布を精度よく制御する従来の技術に比べて、構成の簡素化を図ることができる。

【0017】また、本発明の目的は請求項1記載の本発明を具体的に示した請求項2以下の発明によっても達成される。すなわち、請求項2記載の本発明に係る光分岐装置は、請求項1に記載の発明において、前記光拡散部の拡散特性における広がり角を、前記光伝送線路の開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下に設定した、ことを特徴とするものである。

【0018】また、請求項3記載の本発明に係る光分岐装置は、請求項1に記載の発明において、前記光伝送線路の入射側の端面の形状を、前記透光性媒体の出射側の端面の形状に略一致させた、ことを特徴とするものである。

【0019】さらに、請求項4記載の本発明に係る光分岐装置は、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の発明において、前記光拡散部の拡散特性における広がり角を、前記透光性媒体の入射側の端面から見た出射側の端面の最大の見込み角の3倍以上の所定角度に設定した、ことを特徴とするものである。

【0020】また、請求項5記載の本発明に係る光分岐装置は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の発明において、前記透光性媒体へ信号光を入射させる複数の入射光伝送線路及び前記透光性媒体からの信号光を出射させる複数の出射光伝送線路の少なくとも一方が光ファイバで構成されている、ことを特徴とするものである。

【0021】また、上記目的を達成するため、請求項6記載の本発明に係る光バス回路は、電気信号を光信号に変換する光送信回路及び光信号を電気信号に変換する光

6

受信回路を有する複数の回路基板と、各回路基板ごとに支持基板上に設置された複数の電気コネクタと、各回路基板の光送信回路が備える発光素子から出射された信号光を伝送する第1の光ファイバと、この第1の光ファイバから伝送されてきた信号光を分岐する請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された光分岐装置と、この光分岐装置によって分岐された信号光を任意の複数の回路基板の光受信回路が備える受光素子に伝送する第2の光ファイバと、を含んで構成されている、ことを特徴としている。

【0022】上記構成の本発明によれば、各回路基板の光送信回路の発光素子から信号光が出射されると、当該信号光は第1の光ファイバを通して伝送される。伝送されてきた信号光は、上述した請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された光分岐装置に入射される。この光分岐装置で拡散・分岐された信号光は、第2の光ファイバを通して、任意の複数の回路基板の光受信回路が備える受光素子に受光されて伝送される。

【0023】このように本発明では、光送信回路及び光受信回路を有する複数の回路基板間において、光送信回路の発光素子から出射された信号光を第1の光ファイバを介して伝送した後、光分岐装置で拡散及び分岐させ、更に当該分岐された信号光を第2の光ファイバを介して任意の複数の回路基板の光受信回路が備える受光素子に受光させて伝送させることとしたので、自由空間を介した光結合方式の従来構造に比し、隣接する光データ伝送路間の干渉（クロストーク）がなくなり、システム内の環境の影響を受ける（即ち、塵や埃などによる信号光の散乱が生じる）ことも無くなる。従って、本発明によれば、データの伝送不良を防止することができる。

【0024】また、本発明では、第1の光ファイバと第2の光ファイバとを請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された光分岐装置で接続するため、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された光分岐装置が奏する作用効果はそのまま活かされる。よって、本発明によれば、光の利用効率が高く、分岐均一性が良好な光バス回路を提供することができる。

【0025】また、本発明の目的は請求項6記載の本発明を具体的に示した請求項7以下の発明によっても達成される。すなわち、請求項7記載の本発明に係る光バス回路は、請求項6に記載の発明において、前記光バス回路における支持基板の表裏両面に前記電気コネクタが設置されて前記回路基板が接続可能とされている、ことを特徴とするものである。

【0026】また、請求項8記載の本発明に係る光バス回路は、請求項6又は請求項7記載の発明において、前記光バス回路における前記第1の光ファイバ、前記光分岐装置、及び前記第2の光ファイバの少なくとも一つが、前記三者が配設される光バス回路基板に埋設されている、ことを特徴とするものである。

50

(5)

7

【0027】また、請求項9記載の本発明に係る光バス回路は、請求項6乃至請求項8のいずれかに記載の発明において、前記光バス回路における前記第1の光ファイバ及び前記第2の光ファイバは、光ファイバ芯線である、ことを特徴とするものである。

【0028】さらに、請求項10記載の本発明に係る光バス回路は、請求項6乃至請求項9のいずれかに記載の発明において、前記光バス回路における第1の光ファイバ及び第2の光ファイバは、複数の光ファイバ芯線が束ねられたバンドルファイバである、ことを特徴とするものである。

【0029】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕以下、図1及び図2を用いて本発明の第1実施形態に係る光分岐装置10について説明する。

【0030】図1には、本実施形態に係る光分岐装置10の概略構成が斜視図にて示されている。この図に示されるように、光分岐装置10は、直方体形状の透光性媒体1を備えている。透光性媒体1の入射側の端面には、「光拡散部」としての光拡散層2が配設されている。また、透光性媒体1の出射側の端面には、合計8本の「光伝送線路」としての光ファイバ3a～3hの端部が上下各4本ずつ2段に束ねられた状態で配置されている。すなわち、本実施形態の光分岐装置10は、入射された信号光5を8分岐させる光分岐装置である。なお、本実施形態では、透光性媒体1の出射側の端面に配設する光ファイバの本数を8本にしたが、これに限らず複数本であればよい。さらに、透光性媒体1の上面及び下面並びに左側面及び右側面には、当該透光性媒体1よりも屈折率が低いクラッド層11（図2参照）がそれぞれ配設されている。これにより、クラッド層11によって包囲された透光性媒体1は、導波路を形成するコア部として機能する。

【0031】ここで、本実施形態では、上述した光拡散層2の拡散特性における広がり角が透光性媒体1の出射側の端面の形状に合わせて制御されている。より具体的に説明すると、本実施形態では、透光性媒体1の出射側の端面の形状が、幅方向（左右方向）の長さが厚さ方向（上下方向）の長さの2倍である矩形状をなしていることから、左右方向と上下方向とで異なる拡散特性（即ち、左右方向への拡散による広がり角が上下方向への拡散による広がり角の2倍となるような拡散特性）を示す光拡散層2が用いられている。さらに、言及すると、光拡散層2の拡散特性における広がり角は、光ファイバ3a～3hの開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下となるように設定されている。例えば、光ファイバ3a～3hの開口数NAが0.5であれば、光拡散層2の拡散特性における広がり角は30度以下となるように設定される。

【0032】なお、上記のような個別制御が可能な光拡

8

散層2としては、例えば、LSD（Physical Optics Corporation 製）などがある。或るいは、このような上下方向と左右方向とで異なる拡散特性を示す光拡散層2は、米国特許5,365,354号に開示されているような位相体積型ホログラム媒体にビーム形状が長方形のスペckルパターンを記録する方法などによって得ることができる。

【0033】次に、本実施形態の作用並びに効果について説明する。

【0034】透光性媒体1の光拡散層2へ入射された信号光5は、当該光拡散層2によって左右方向及び上下方向へ拡散されながら、透光性媒体1内を伝搬していく。透光性媒体1内を伝搬した拡散信号光51は、当該透光性媒体1の出射側の端面から出射されて、8本の光ファイバ3a～3hに分岐されてそれぞれ入射される。これにより、信号光5に担持された信号が各光ファイバ3a～3hに伝送される。

【0035】ここで、光拡散層2によって拡散された信号光5の左右方向への広がり角が透光性媒体1の出射側の端面の左右方向の長さよりも大きければ、図2（A）に示される如く、光拡散層2によって左右に拡散された信号光5は、少なくとも1回は透光性媒体1と左右のクラッド層11との界面で全反射されることになる。よって、光拡散層2によって拡散された信号光5の左右方向への広がり角を適宜選択することにより、複数の方向に拡散された信号光5が各光ファイバ3a～3hに均等に入射され、各光ファイバ3a～3hでの結合強度を殆ど同じにすることができる。

【0036】一方、透光性媒体1の出射側の端面の上下方向の長さは左右方向の長さの1/2である。しかし、この場合においても、光拡散層2によって拡散された拡散信号光51の上下方向への広がり角が透光性媒体1の出射側の端面の上下方向の長さよりも大きければ、図2（B）に示される如く、光拡散層2によって上下に拡散された拡散信号光51は、少なくとも1回は透光性媒体1の上下のクラッド層11との界面で反射されることになる。よって、光拡散層2によって拡散された拡散信号光51の上下方向への広がり角を適宜選択することにより、複数の方向に拡散された拡散信号光51が各光ファイバ3a～3hに均等に入射され、各光ファイバ3a～3hでの結合強度を殆ど同じにすることができる。

【0037】その結果、本実施形態によれば、各光ファイバ3a～3hに対する分岐比率を均一にすることができる。また、本実施形態では、透光性媒体1の入射側の端面に光拡散層2を設け、入射した信号光5を当該光拡散層2によって拡散させることとしたので、各光ファイバ3a～3hに対する分岐比率の均一化を図るために透光性媒体1の長手方向の寸法を長くする必要もない。すなわち、本実施形態によれば、透光性媒体1の長手方向の寸法を短くすることができる。さらに、本実施形態で



(6)

9

は、透光性媒体1の入射側の端面に光拡散層2を設け、当該光拡散層2の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体1の出射側の端面の形状に合わせて制御するという構成なので、屈折率分布を精度よく制御する従来の技術に比べて、構成の簡素化を図ることができる。加えて、これらの効果が得られることにより、本実施形態によれば、光分岐装置10の小型化をも図ることが可能となる。

【0038】また、本実施形態では、光拡散層2の拡散特性における広がり角を、光ファイバ3a～3hの開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下となるように設定したので、伝送損失を極力抑えることができる。つまり、透光性媒体1の出射側の端面から出射された信号光5が、仮に光ファイバ3a～3hの開口数に対応して決まる損失のない所定角度を超えて入射されると、その信号光5は光ファイバ3a～3hに入射されても再び光ファイバ3a～3hから放出されてしまう。この放出された信号光5は伝送損失となる。しかし、本実施形態のように、光拡散層2の拡散特性における広がり角を、光ファイバ3a～3hの開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下となるように設定すれば、当該光ファイバ3a～3h内へ入射された信号光5が放出されることなく光ファイバ3a～3h内を伝搬していく。よって、本実施形態によれば、上記の如く伝送損失を極力抑えることができる。

【0039】〔第2実施形態〕次に、図3を用いて、本発明の第2実施形態について説明する。この第2実施形態は基本的には前述した第1実施形態の説明の中で説明し得る内容であるが、作用・効果をより分かりやすくするために第2実施形態として書き起こしたものである。

【0040】図3に示されるように、この実施形態は、透光性媒体1の入射側の端面から見た出射側の端面の最大の見込み角を $\theta$ とした場合に、光拡散層2によって拡散される拡散信号光51の左右方向への広がり角 $\theta'$ が前記見込み角 $\theta$ の3倍以上の所定角度に設定されていることが望ましい、ということを主たる内容とするものである。

【0041】上記のように光拡散層2によって拡散される拡散信号光51の左右方向への広がり角 $\theta'$ を見込み角 $\theta$ の3倍以上の所定角度に設定した場合、光拡散層2によって左右に拡散された拡散信号光51は、少なくとも1回は透光性媒体1と左右のクラッド層11との界面で全反射されて出射側の端面から出射される。このとき、仮に広がり角 $\theta'$ が $3\theta$ より小さい角度の場合には、8本ある光ファイバ3a～3hのうち、真ん中側での結合強度が強くなり、周辺側での結合強度が弱くなる傾向になり、結合強度の均一化が図れなくなる。これに対して、広がり角 $\theta'$ を $3\theta$ とした場合には、前述した第1実施形態の図2(A)を用いて説明すると、光ファイバ3bに入射される拡散信号光51について着目した

10

とすれば、左右のクラッド層11との界面で反射せずに、出射側の端面の所定位置（即ち、光ファイバ3bの配置位置）に到達する1本の拡散信号光（直接入射光）51aと左右のクラッド層11との界面で全反射してから当該所定位置に到達する2本の拡散信号光（全反射入射光）51b、51cとを重ね合わせた合計3本の拡散信号光51a～51cが光ファイバ3bに入射される。他の光ファイバ3a、3c～3hについても全く同様である。よって、このようにすれば、各光ファイバ3a～3hでの結合強度を均一にすることができる。その結果、本実施形態によれば、入射した信号光5の均一な分岐が可能となる。なお、広がり角 $\theta$ を $3\theta$ よりも大きくした場合かどうかという、結合強度は殆ど均一になる、即ち効果としては同等の効果が得られることが実験的に判っている。

【0042】上記においては、左右方向への拡散信号光51の広がりについてのみ説明したが、上下方向への拡散信号光51の広がりについても同様に広がり角と見込み角との関係を設定すれば、同様の効果が得られる。

【0043】以上説明してきた第1実施形態と第2実施形態を総括的に観た場合、透光性媒体1の入射側の端面に光拡散層2を設けて、当該光拡散層2の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体1の出射側の端面の形状に合わせて制御することにより、透光性媒体1の長さを長くすることなく各光ファイバ3a～3hに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができるという効果が得られ、より好ましい制御の仕方として、光拡散層2の拡散特性における広がり角を光ファイバ3a～3hの開口数に対応して決まる損失の無い所定角度以下に設定し、更に光拡散層2の拡散特性における広がり角 $\theta'$ を出射側の端面の最大の見込み角 $\theta$ の3倍以上の所定角度に設定することにより、伝送損失を最小限に抑えかつ分岐比率の均一化の精度をより一層高めることができるということになる。

【0044】〔第3実施形態〕次に、図4を用いて、本発明の第3実施形態について説明する。なお、前述した実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略することにする。

【0045】図4に示されるように、この実施形態では、「光伝送線路」としての光ファイバ3a'～3h'の構成に特徴がある。具体的に説明すると、光ファイバ3a'～3h'の端面31a'～31h'は、透光性媒体1の出射側の端面の形状（矩形）を8等分した方形に形成されている。

【0046】上記構成によれば、透光性媒体1の出射側の端面の形状と光ファイバ3a'～3h'の端面31a'～31h'のトータル形状とが完全に一致するので、出射側の端面から出射された信号光5はすべて光ファイバ3a～3hの端面31a'～31h'に入射される。つまり、前述した第1実施形態等においては、光フ

(7)

11

ファイバ3a～3hの端面の形状が円形であったため、隙間7(図1参照)から信号光5が漏れ出るが、本実施形態ではそのような漏れがなくなる。このため、本実施形態によれば、伝送損失をより一層少なくすることができる。

【0047】〔第4実施形態〕次に、図5～図12を用いて、本発明の第4実施形態について説明する。なお、前述した実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略することにする。

【0048】図5には本実施形態に係る光バス回路1000の概略構成が斜視図にて示されており、又図6には当該光バス回路1000の要部が拡大して示されている。これらの図に示されるように、光バス回路1000の支持基板100の所定位置には、前述した実施形態において説明した複数の光分岐装置10が搭載された光データバス300が固定されている。なお、本実施形態では、前述した実施形態において説明した光分岐装置10に対する入射光伝送線路及び出射光伝送線路のいずれもが光ファイバ30で構成されている。

【0049】また、支持基板100上の所定位置には複数の電気コネクタ200が所定の間隔で並設されており、これらの電気コネクタ200には光データバス300によって光学的に接続された複数の回路基板500、501、502、503が装着(電氣的に接続)されている。さらに、支持基板100上の所定位置には、電子回路400が設置されている他、電源ラインや電気信号伝送用の電気配線(図示省略)が設けられており、これらの電気配線は電気コネクタ200を介して装着された回路基板500、501、502、503上の電子回路(図示省略)と電氣的に接続されている。

【0050】また、各回路基板500、501、502、503は、電気信号を光信号に変換する「光送信回路」としての電気・光変換回路600及び光信号を電気信号に変換する「光受信回路」としての光・電気変換回路700をそれぞれ備えている。前者の電気・光変換回路600は、一例として、「発光素子」としてのレーザダイオード601と、レーザダイオード駆動回路602とで構成されている。また、後者の光・電気変換回路700は、一例として、「受光素子」としてのフォトダイオード701と、フォトダイオード駆動回路702と、フォトダイオード701での受光信号をロジック信号として変換できるレベルまで増幅する増幅回路703とで構成されている。

【0051】以上が本実施形態に係る光バス回路1000の全体構成の概略であるが、更に以下に各部の詳細構成について説明を加えることにする。

【0052】図5に示される光バス回路1000は、接続される回路基板数が4枚でチャネル数(ビット数)が4の場合を示しており、このような複数のチャネル数でバスを構成する場合に、前述した実施形態において説明

12

した光分岐装置10が複数個用いられる。

【0053】また、チャネル数が4であることに対応して、図7に示されるように、光データバス300は、光分岐装置10を搭載した光バス回路基板800を4枚積層することにより構成されている。積層された各々の光バス回路基板800は、スペーサ900によって適切な間隔で接続されている。

【0054】さらに、図8に示されるように、各光バス回路基板800には、プラスチック光ファイバ芯線33と光分岐装置10とが埋め込まれている。プラスチック光ファイバ芯線33としては、例えば直径が1mmのプラスチック光ファイバ芯線が使用されている。なお、「光ファイバ芯線」とは、光ファイバから被覆層を取り除いた芯材そのものをいう。また、光分岐装置10としては、例えばLSD0.2×40PC10-8(拡散光の厚さ方向の広がり角が0.2°、幅方向の広がり角が40°)の光拡散層2が使用され、又例えば4mm×20mm×1mm(w×l×t)の大きさの透光性媒体1が使用されている。さらに、光バス回路基板800としては、例えば厚さ3mm程度のアクリル基板が用いられており、当該光バス回路基板800の表面を切削加工することにより、プラスチック光ファイバ芯線33及び光分岐装置10が配置される深さが1mmで幅が1mm乃至4mmの溝803(図9及び図10参照)が形成されている。

【0055】より具体的に説明すると、光バス回路基板800の平面図である図9及び当該光バス回路基板800のA-A'、B-B'、C-C'、D-D'断面図である図10に示されるように、プラスチック光ファイバ芯線33が配置される溝803の屈曲部801は、曲率半径15mm程度に設定されており、この屈曲部801での信号光の損失は殆ど無い。また、光バス回路基板800には、矩形状の穴部802が設けられており、図7に示されるように、複数の光バス回路基板800が積層された場合、この穴部802を通して下層に位置する光バス回路基板800のプラスチック光ファイバ芯線33が複数の回路基板500、501、502、503に導かれるようになっている。

【0056】次に、本実施形態の作用並びに効果について説明する。

【0057】各回路基板500、501、502、503をそれぞれに対応する電気コネクタ200に装着すると、各レーザダイオード601と各フォトダイオード701とが光データバス300を介して光学的に結合される。従って、任意の或るレーザダイオード601から出射された信号光は光データバス300に入射され、複数のフォトダイオード701に受光される。この構成により、複数ビットから成る並列光信号の送受信や各々のビットで独立した同時送受信が可能となる。

【0058】図12の模式図を使って具体的に説明する

(8)

13

と、入射ノードA1、B1、C1、D1からの電気信号は、各回路基板500、501、502、503にそれぞれ配設された電気・光変換回路600で処理されて光信号に変換される。すなわち、レーザダイオード駆動回路602が起動された後、レーザダイオード601からデータが担持された信号光が発光（出射）される。かかる信号光は、入射信号線（入射光伝送線路）を構成する「第1の光ファイバ」としての光ファイバ31を経由した後、光分岐装置10の端面に配置された光拡散層2へ入射される。光拡散層2では入射信号光を拡散・分岐し、これを透光性媒体1へ入射する。透光性媒体1を透過した信号光は、出射信号線（出射光伝送線路）を構成する「第2の光ファイバ」としての光ファイバ32を経由した後、各回路基板500、501、502、503にそれぞれ配設された光・電気変換回路700で処理されて再び電気信号に変換される。すなわち、光ファイバ32を経由した信号光はフォトダイオード701で受光され、これによりフォトダイオード駆動回路702が起動され、更に増幅回路703で受光信号をロジック信号として変換できる所定レベルまで増幅される。このようにして光・電気変換されて増幅された電気信号は、出射ノードA2、B2、C2、D2に導かれる。

【0059】例えば、入射ノードA1からの信号光は、光分岐装置10により、出射ノードA2、B2、C2、D2に伝送される（入射ノードB1、C1、D1についても同様）。このとき、光分岐装置10は、1つの入射ノードから信号光を光の拡散を利用することにより複数の出射ノードに同じ信号を伝送する光バスとして機能し、全体として、各回路基板500、501、502、503のバス接続を可能としている。

【0060】このように本実施形態では、電気・光変換回路600及び光・電気変換回路700を有する複数の回路基板500、501、502、503間において、電気・光変換回路600のレーザダイオード601から出射された信号光を（第1の）光ファイバ31を介して伝送した後、光分岐装置10で拡散及び分岐させ、更に当該分岐された信号光を（第2の）光ファイバ32を介して任意の複数の回路基板500、501、502、503の光・電気変換回路700が備えるフォトダイオード701に受光させて伝送させることとしたので、自由空間を介した光結合方式の従来構造に比し、隣接する光データ伝送路間の干渉（クロストーク）がなくなり、システム内の環境の影響を受ける（即ち、塵や埃などによる信号光の散乱が生じる）ことも無くなる。従って、本実施形態によれば、データの伝送不良を防止することができる。

【0061】また、本実施形態では、（第1の）光ファイバ31と（第2の）光ファイバ32とを前述した実施形態で説明した光分岐装置10で接続したので、当該光分岐装置10が奏す作用効果はそのまま活かされる。よ

14

って、本実施形態によれば、光の利用効率が高く、分岐均一性が良好な光バス回路を提供することができる。因みに、図11には本実施形態における光バス回路基板800に実装された光分岐装置10の伝送特性（出力均一性）の一例が示されており、このグラフから判るように、出力均一性（4本の入射光ファイバからの信号光が分岐され、各出射位置での光ファイバからの信号光の出射光量均一性）は7%程度と非常に良好である。

【0062】また、本実施形態では、光バス回路基板800の表面に溝803を形成し、当該溝803にプラスチック光ファイバ芯線33を埋設させる構成としたので、プラスチック光ファイバ芯線33を曲げて配策することが可能となる。つまり、プラスチック光ファイバ芯線33は本来的には直線状の部材であるため、曲げると弾性復元力によって元の状態に戻ろうとする。このため、光バス回路基板800の表面にプラスチック光ファイバ芯線33を載せた状態で配策する場合には、プラスチック光ファイバ芯線33を曲げた状態で保持するための留め具が必要となる。しかし、本実施形態のように、光バス回路基板800の表面に屈曲部801を含んだ溝803を形成しておけば、留め具を用いなくても、プラスチック光ファイバ芯線33を任意の曲率半径で曲げた状態で保持することができる。加えて、光バス回路基板800に形成された溝803にプラスチック光ファイバ芯線33を挿入して埋め込むことにより、光バス回路基板800の表面にプラスチック光ファイバ芯線33を載せて配策する場合よりも、装置の小型化・コンパクト化を図ることができる。

【0063】さらに、本実施形態では、（第1の）光ファイバ31及び（第2の）光ファイバ32としてプラスチック光ファイバ芯線33を用いたので、被覆層が無い分、例えば本実施形態のように4本並べたときの幅方向寸法及び高さ方向寸法を短くすることができ、これに伴って光分岐装置10の幅方向寸法及び高さ方向寸法（厚さ）も短くすることができる。よって、本実施形態によれば、装置の小型化・コンパクト化を図ることができる。

【0064】加えて、本実施形態では、直径が1mmのプラスチック光ファイバ芯線33を用いたので、光バス回路基板800は、100mm×150mm（w×l）程度の大きさになるが、直径がより小さいプラスチック光ファイバ芯線33を用いることで、装置の小型化・コンパクト化をより一層図ることができる。つまり、プラスチック光ファイバ芯線33の屈曲部801における損失を生じない屈曲半径はプラスチック光ファイバ芯線33の線径で決まることから、例えば、0.5mmのプラスチック光ファイバ芯線33を用いた場合、光バス回路基板800は、80mm×120mm（w×l）程度で構成できる。

【0065】この点につき補足すると、本実施形態で

(9)

15

は、プラスチック光ファイバ芯線33を並列配置する構成を採ったが、これに限らず、プラスチック光ファイバ芯線33が束ねられたバンドルファイバを用いてもよい。この場合、例えば直径が0.1mmのプラスチック光ファイバ芯線33が束ねられたバンドルファイバを用いることで、屈曲部801での信号光を損失すること無く、微小な屈曲部801が設計可能（曲率半径：1.5mm程度）となり、更なる装置の小型化・コンパクト化を実現できる。

【0066】先行技術文献との比較における、上述した効果以外の本実施形態の効果について付言すると、従来技術として挙げた特開平2-41042号公報に開示された技術は、回路基板上の発光／受光デバイス間を自由空間を介して結合した直列光データバスであり、光／電気変換と電気／光変換とを繰り返しながらすべての回路基板に順次伝送する方式であるため、信号伝達速度は各回路基板上に配置された発光／受光デバイスの光／電気変換速度及び電気／光変換速度に依存すると同時にその制約を受ける不利があるが、本実施形態では、各回路基板500、501、502、503間を光ファイバ31、光分岐装置10、光ファイバ32の三者で直接的に繋ぐ構成であるため、このような不利は本来的に招かない。

【0067】また、特開昭61-196210号公報には、発光又は受光素子が搭載された回路基板間を光学的に結合するため、透明なプレート表面に配置された回折格子、反射素子により構成された光路を介してデータ伝送を行う方式が開示されている。この方式による場合、1点から発せられた光を固定された1点にしか接続できない不利があるが、本実施形態によれば、全ての回路基板500、501、502、503間を網羅的に接続することができる点で伝送方式としては非常に優れている。

【0068】なお、本実施形態では、プラスチック光ファイバ芯線33を用いたが、これに限らず、プラスチック光ファイバ芯線の周りにポリエチレン等の被覆が施された光ファイバケーブルを用いても良く、また光ファイバの材質として、ガラスファイバ等を用いても良い。

【0069】また、本実施形態では、支持基板100の片面に4個の電気コネクタ200を配設し、当該電気コネクタ200に4枚の回路基板500、501、502、503を接続する構成を採ったが、これに限らず、支持基板100の両面に電気コネクタ200を例えば2個ずつ配設（分配）し、片側の電気コネクタ200には回路基板500、501を接続し、反対側の電気コネクタ200には回路基板502、503を接続するようにしてもよい。この場合、部品レイアウトの関係で、支持基板100の片面側のみスペースがあるときは前者の構成を選択し、支持基板100の両面側にスペースがあるときは後者の構成を選択すればよく、選択の自由度を

16

高めることができるという利点がある。

【0070】さらに、本実施形態では、光バス回路基板800に溝803を形成し、光ファイバ31、光分岐装置10、光ファイバ32のすべてを当該溝803内に埋設する構成を採ったが、これに限らず、前記三者の少なくとも一つが溝803内に埋設されていればよい。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る光分岐装置は、透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、当該光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせて制御することとしたので、透光性媒体の長さを長くすることなく各光ファイバに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができるという優れた効果を有する。

【0072】また、本発明に係る光バス回路は、発光素子から出射された信号光を伝送する第1の光ファイバと受光素子に信号光を受光させて伝送する第2の光ファイバとを本発明に係る光分岐装置によって接続したので、任意の回路基板間での信号伝送が可能となるだけでなく、データの伝送不良を防止することができ、更には光の利用効率が高く、分岐均一性を良好にすることができるという優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態に係る光分岐装置の斜視図である。

【図2】 図1に示される光分岐装置の平面図および縦断面図である。

【図3】 第2実施形態に係る光分岐装置の平面図である。

【図4】 第3実施形態に係る光分岐装置の斜視図である。

【図5】 第4実施形態に係る光バス回路の斜視図である。

【図6】 第4実施形態に係る光バス回路の要部拡大図である。

【図7】 図6に示される光データバスの拡大斜視図である。

【図8】 図7に示される光分岐装置が搭載された光バス回路基板の拡大斜視図である。

【図9】 第4実施形態に係る光バス回路基板の平面図である。

【図10】 図9に示される光バス回路基板の適宜部位での断面図である。

【図11】 第4実施形態に係る光分岐装置の伝送特性（出力均一性）の一例を示すグラフである。

【図12】 第4実施形態に係る光データバスの作動を説明するための概略構成図である。

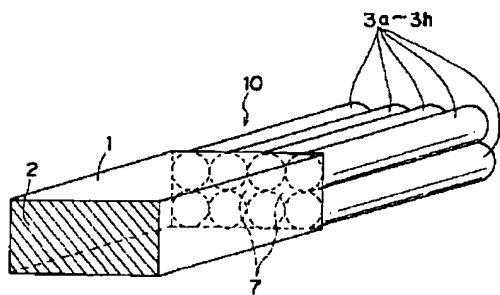
【符号の説明】

1 透光性媒体

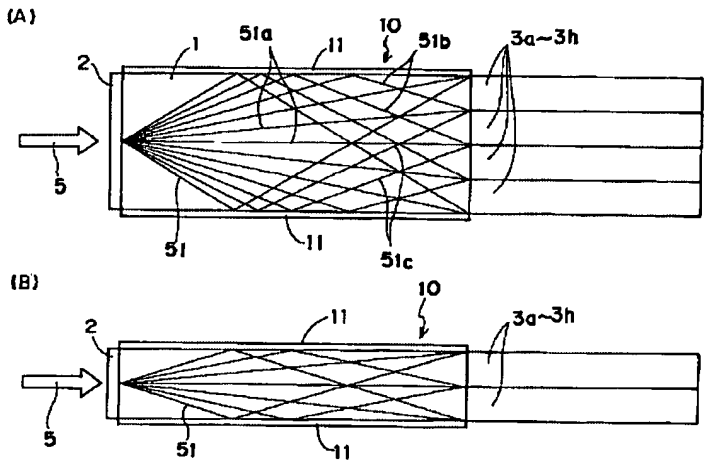
(10)

- 17
- 2 光拡散層
- 3 a、3 a' 光ファイバ
- 3 b、3 b' 光ファイバ
- 3 c、3 c' 光ファイバ
- 3 d、3 d' 光ファイバ
- 3 e、3 e' 光ファイバ
- 3 f、3 f' 光ファイバ
- 3 g、3 g' 光ファイバ
- 3 h、3 h' 光ファイバ
- 3 0、3 1、3 2 光ファイバ
- 3 3 プラスチック光ファイバ心線
- 5 信号光

【図1】



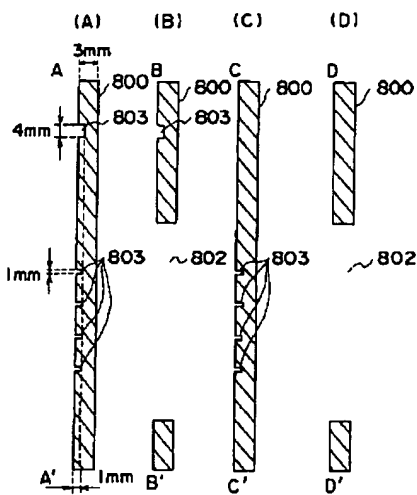
【図2】



18

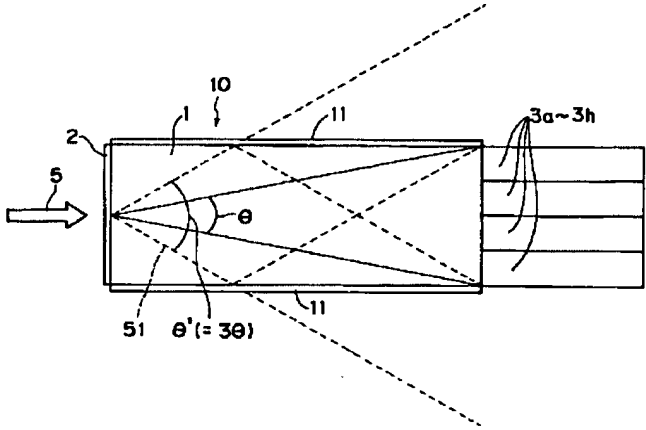
- 1 0 光分岐装置
- 1 1 クラッド層
- 1 0 0 支持基板
- 2 0 0 電気コネクタ
- 5 0 0、5 0 1、5 0 2、5 0 3 回路基板
- 6 0 0 電気・光変換回路（光送信回路）
- 6 0 1 レーザダイオード（発光素子）
- 7 0 0 光・電気変換回路（光受信回路）
- 7 0 1 フォトダイオード（受光素子）
- 10 8 0 0 光バス回路基板
- 8 0 3 溝
- 1 0 0 0 光バス回路

【図10】

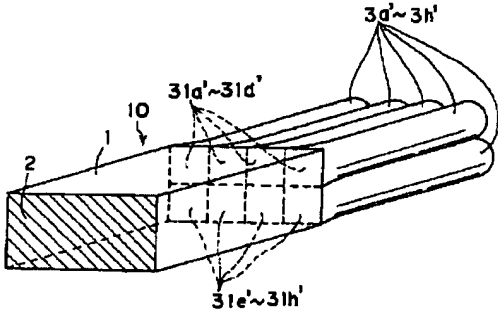


(11)

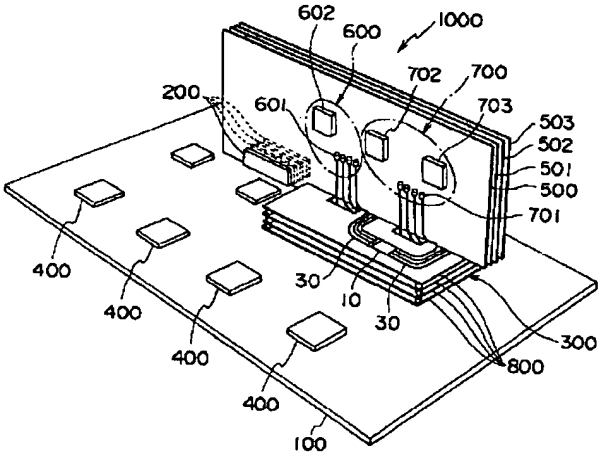
【図3】



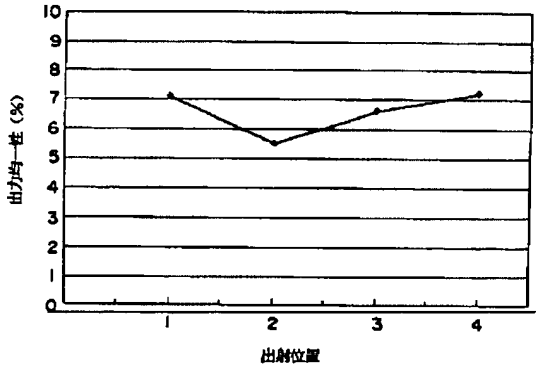
【図4】



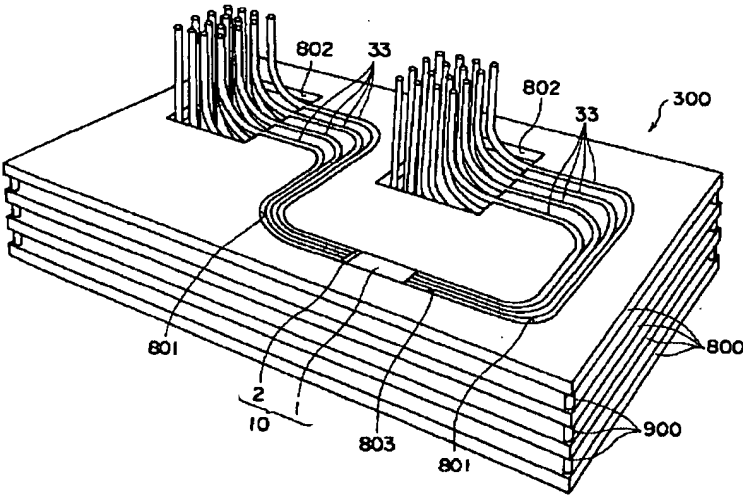
【図5】



【図11】

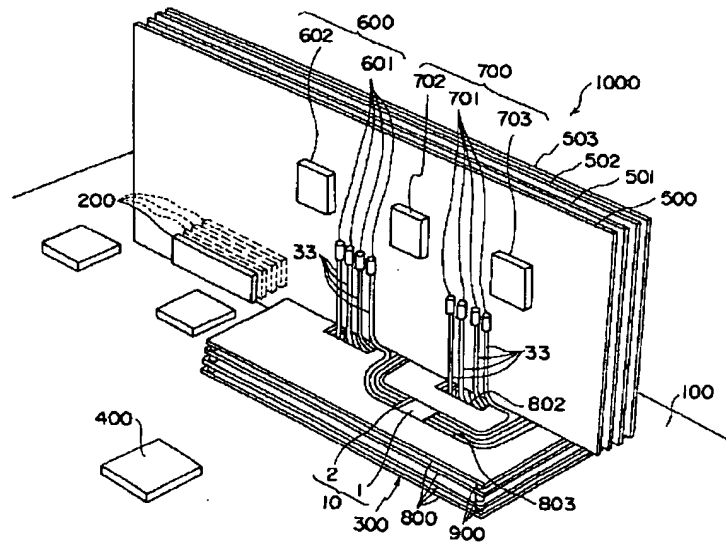


【図7】

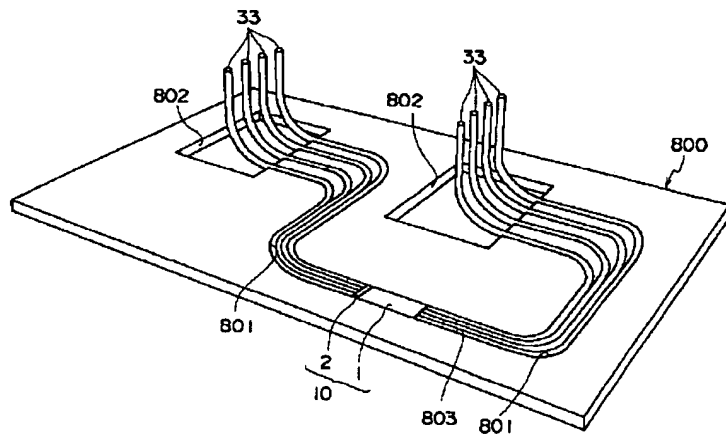


(12)

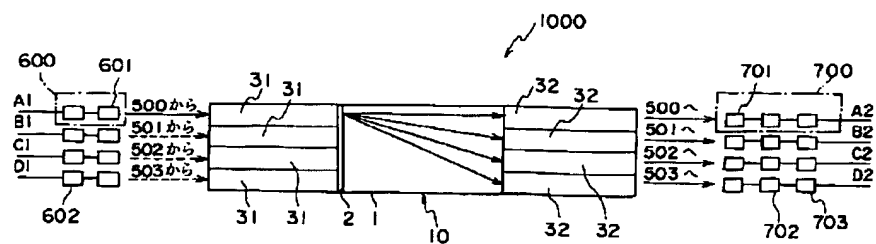
【図6】



【図8】



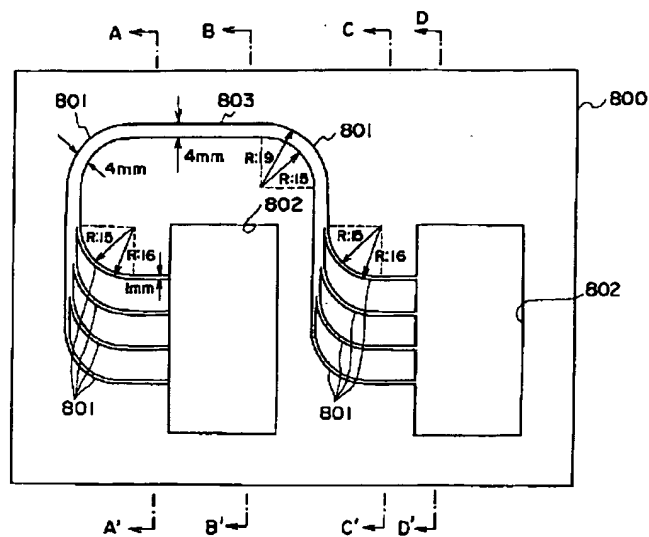
【図12】





(13)

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 岡田 純二  
神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 経塚 信也  
神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 山田 秀則  
神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい富士ゼロックス株式会社内